1

MINISTRY OF EDUCATION AND TECHNICAL EDUCATION

وزارة التربية والتعليم والتعليم الفنى

SCIENCES INTÉGRÉES

PREMIÈRE ANNÉE SECONDAIRE

premier semestre

2025-2026

SCIENCES INTÉGRÉES

PREMIÈRE ANNÉE SECONDAIRE

Participants à la préparation

M. Yosri Fouad Souires
Dr. Basma Ali Deif
M. Adly Nessim Gerges
Mme. Sally Hussein Mohamed
M. Sameh William Sadek
M. Saeed Mohamed Ali
M. Hisham Abdel-Hakim
M. Mohamed El-Awadly
Mme.Nermine Nasry Gerges
Mme. Noura Saeed Eissa

Traduit par

Mme. Caroline Saïd Azer
Mme. Sahar Sayed Badawy
Mme. Chérine Heshmat Abdel Hakam

Conseillère de sciences

Dr. Aziza Ragab Khalifa

Planification pédagogique et supervision générale

Dr. Akram Hassan Mohamed

Adjoint du ministre chargé du développement des programmes éducatifs et superviseur de l'Administration Centrale du Développement des programmes

Rédaction et édition technique

Mlle: Ola Mohamed Adel
M. Elsaied Elsayed Hamid

Conception de la couverture: Dr. Amani Ahmed El-Badri

2025-2026

Il est interdit de distribuer ce livre en dehors du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Technique

Introduction

La planète Terre est confrontée à de nombreux risques qui menacent la durabilité de la vie qu'elle abrite. Ces risques s'intensifient en raison des activités humaines intensives et des changements environnementaux rapides. Parmi les plus marquants figurent le changement climatique, les phénomènes atmosphériques extrêmes, la perte de biodiversité, la pollution environnementale, l'épuisement des ressources naturelles, l'urbanisation galopante, la pollution plastique, l'insécurité alimentaire et d'autres risques.

Pour faire face à ces dangers, une action mondiale concertée est nécessaire, incluant la mise en œuvre de politiques environnementales durables, la réduction des émissions nuisibles, la protection de la biodiversité, et l'encouragement de l'innovation technologique visant à préserver la planète et garantir l'avenir de la vie sur Terre.

Dans cette optique, l'éducation joue un rôle crucial et influent pour atteindre cet objectif, notamment à travers l'exploitation de l'étude des différentes branches des sciences dans une approche intégrée, qui façonne cette problématique dans la conscience des jeunes et les incite, grâce aux divers aspects des sciences, à la réflexion et la créativité afin de trouver des solutions contribuantes, dans une certaine mesure, à l'atteinte de l'objectif.

Ce programme vient en réponse au besoin croissant d'apprendre aux élèves comment fonctionne le monde qui les entoure, de manière intégrée et globale. Elle met l'accent sur la liaison entre les différentes branches des sciences (physique, chimie, sciences de la vie, sciences de la Terre et de l'univers), afin que les élèves puissent avoir une vision complète du monde, une compréhension globale de son fonctionnement et la conscience que les phénomènes naturels et technologiques ne sont pas séparés les uns des autres, mais bien interconnectés et imbriqués de manière complexe.

Ce programme repose sur une philosophie éducative visant à construire une compréhension profonde et globale des sciences, en mettant l'accent sur la manière d'utiliser les connaissances scientifiques pour résoudre des problèmes réels et relever les défis auxquels sont confrontés la société et le monde.

Le programme vise à présenter les sciences comme un ensemble intégré des connaissances qui se complètent mutuellement. Dans chaque axe, des concepts issus de la physique, de la chimie, des sciences de la vie, et des sciences de la Terre et de l'espace sont fusionnés. Cette intégration renforce la capacité des élèves à appliquer les connaissances scientifiques dans des contextes variés et les prépare à affronter les défis qui exigent une pensée globale et multidimensionnelle.

Les activités pratiques constituent le cœur de ce programme, car elles offrent aux élèves l'opportunité d'appliquer ce qu'ils ont appris dans des contextes réels et expérimentaux. À travers ces activités, les élèves explorent les concepts scientifiques de manière directe, ce qui renforce leur compréhension et développe leurs compétences en résolution des problèmes. Ces activités encouragent également la pensée critique et le travail collaboratif, ce qui renforce les compétences en recherche, expérimentation, exploration et innovation.

En effet, le programme repose sur le principe que les élèves doivent être au centre du processus éducatif, en étant des participants actifs dans leur apprentissage à travers les projets finaux et les défis scientifiques. Ces projets offrent aux élèves la possibilité d'appliquer ce qu'ils ont appris dans des situations concrètes, ce qui développe leur pensée critique et créative. Ils sont également encouragés à coopérer avec leurs camarades, ce qui améliore leurs compétences sociales et les prépare au travail collaboratif au futur.

En conclusion, nous espérons que ce programme atteindra ses objectifs, en contribuant à former une génération d'élèves capables de penser d'une manière critique et globale, dotés des connaissances et compétences nécessaires pour faire face aux défis mondiaux futurs dans les domaines de l'énergie, de l'environnement et de la technologie.

Et Dieu est le seul à accorder le succès.

Les auteurs

Les objectifs généraux du programme des sciences intégrées

1. Approfondir la compréhension des phénomènes scientifiques:

Le programme vise à renforcer la compréhension des élèves des phénomènes scientifiques d'une manière intégrée, ce qui leur permet de percevoir les liens entre les différentes branches des sciences et d'appliquer ces connaissances à la résolution des problèmes de la vie quotidienne.

2. Développer les compétences de pensée critique et d'analyse:

Le programme cherche à développer les compétences des élèves en pensée critique et en analyse, à travers des leçons interdisciplinaires qui relient la physique, la chimie, et les sciences de la vie, ce qui les aide à analyser les phénomènes et les problèmes scientifiques sous différents angles.

3. Renforcer l'apprentissage basé sur l'expérience:

Le programme vise à encourager les élèves à participer aux activités pratiques et aux expériences scientifiques pour approfondir leur compréhension et appliquer ce qu'ils ont appris dans des situations réelles, ce qui renforce leurs compétences pratiques.

4. Encourager la créativité et l'exploration:

Le programme vise à renforcer la curiosité des élèves et à les encourager à explorer les concepts scientifiques par des manières nouvelles et innovantes en mettant l'accent sur l'application pratique de la technologie pour résoudre les divers problèmes environnementaux.

5. Renforcer la coopération et le travail d'équipe:

Le programme vise à développer les compétences des élèves en matière de coopération et de travail collectif à travers des activités de groupe et des projets finaux, ce qui renforce leur capacité à travailler efficacement au sein d'équipes pluridisciplinaires.

6. Appliquer les sciences à la résolution des problèmes mondiaux :

Le programme vise à préparer les élèves à être capables d'utiliser leurs connaissances scientifiques pour affronter les défis mondiaux tels que le changement climatique, la préservation de la biodiversité et le développement des sources d'énergie durables.

7. Développer une conscience environnementale et une responsabilité sociale:

Le programme vise à sensibiliser les élèves aux enjeux environnementaux et aux défis auxquels les sociétés mondiales sont confrontées, tout en les incitant à assumer leur responsabilité dans la préservation de l'environnement et à contribuer au développement des solutions durables.

Table des matières

Sujet **Page**

Unité 1 : Le système écologique aquatique

1 - 1 La couverture aquatique sur la planète Terre 5

1 - 2 Les propriétés chimiques de l'eau 8

1 - 3 Les propriétés physiques de l'eau 16

1 - 4 Les solutions aqueuses et leurs propriétés 28

1 - 5 L'importance biologique de l'eau 31

1 - 6 Les adaptations biologiques des êtres vivants dans le milieu aquatique 37

1 - 7 L'effet des gaz atmosphériques sur les milieux aquatiques 43

1 - 8 L'effet de la lumière et du rayonnement solaire sur les milieux aquatiques 50

1 - 9 Effet de la pression de l'eau sur les êtres vivants 56

1 - 10 L'équilibre écologique et le rôle de l'être humain dans la durabilité de la vie aquatique 60

Unité 2 : L'atmosphère

2-1 Les composants et les couches de l'atmosphère 68

2-2 Les réactions chimiques dans l'atmosphère 78

2-3 Les facteurs physiques et leurs effets sur l'atmosphère 84

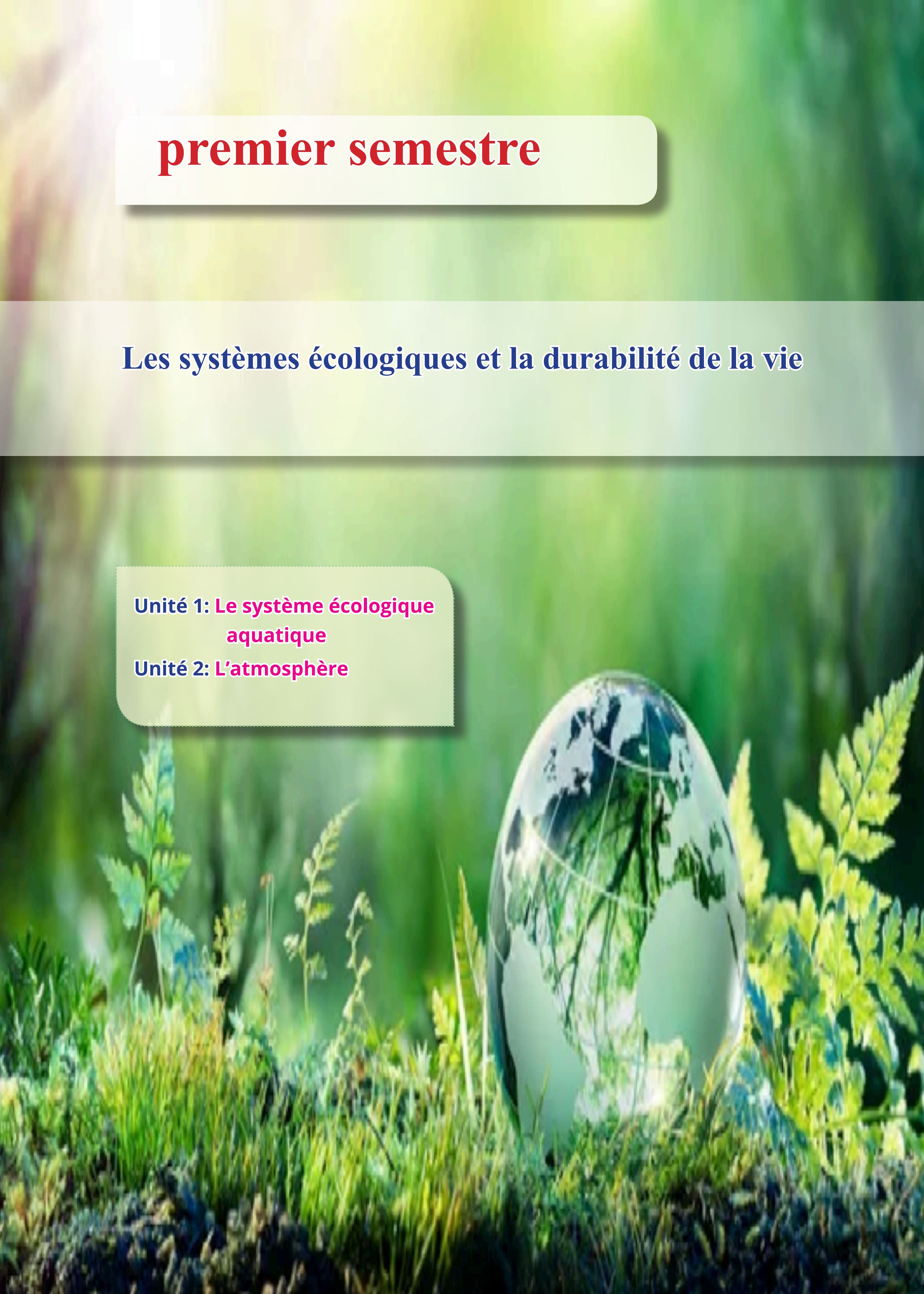
2-4 L'atmosphère et le rôle de la science dans sa durabilité 98

premier semestre

Les systèmes écologiques et la durabilité de la vie

Unité 1: Le système écologique aquatique

Unité 2: L'atmosphère



Unité 1 : Le système écologique aquatique

Les acquis de l'apprentissage :

À la fin de cette unité, l'élève sera capable de :

1- Identifier l'enveloppe aquatique et sa relation avec les autres enveloppes de la Terre.
2. Expliquer le rôle du cycle de l'eau dans la nature et son implication dans les différents changements environnementaux.
3. Expliquer les réactions chimiques dans l'écosystème aquatique et leur impact sur la qualité de l'eau et la durabilité de la vie marine.
4. Déduire le rôle de la photosynthèse dans le cycle de l'eau dans la nature et sa relation avec la durabilité de l'écosystème.
5. Illustrer l'effet des propriétés physiques de l'eau comme la chaleur spécifique, ainsi que des facteurs physiques environnants comme la température et la pression sur la répartition des êtres vivants et la durabilité de l'écosystème aquatique.
6. Identifier l'importance biologique de l'eau et son rôle dans la préservation de la structure et des fonctions cellulaires.
7. Expliquer les adaptations biologiques des êtres vivants aux milieux aquatiques et leur rôle dans la durabilité de l'écosystème.

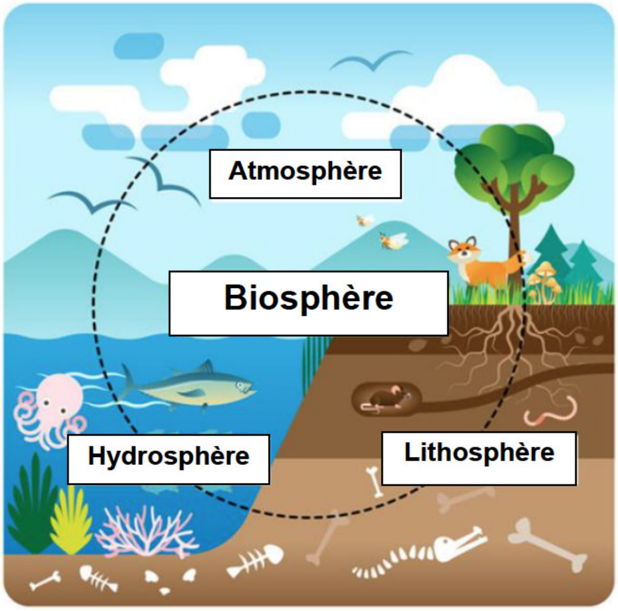
Problématiques abordées:

1. La pollution de l'eau
2. Les changements climatiques
3. La durabilité des ressources del' eau
4. La préservation de la biodiversité
5. La gestion des ressources de l'eau
6. Les défis de la durabilité face à la croissance démographique

Introduction de l'unité

Préparе-toi!

L'environnement est un concept dérivé du mot français « Environ », qui signifie « le milieu », c'est-à-dire « tout ce qui nous entoure ». Il comprend des facteurs biotiques comme : l'être humain, les plantes, les animaux et les micro-organismes, ainsi que des facteurs abiotiques comme : la lumière, l'air, l'eau et le sol. S'y ajoutent également les relations interconnectées (échanges) qui existent entre l'eau , l'air , la terre, l'être humain et les autres êtres vivants.



L'environnement est un système complet dont les composants sont indissociables les uns des autres. Ce système est composé d'éléments physiques, chimiques et biologiques. L'environnement est influencé par un ensemble de variables qui entourent l'être humain et les êtres vivants.

L'écosystème est une communauté d'êtres vivants qui interagissent entre eux ainsi qu'avec les composants non vivants, afin de s'adapter aux différentes conditions. Il existe différents types d'écosystème autour de nous, comme écosystèmes aquatiques, les déserts et les forêts de toutes sortes.

L'environnement naturel est constitué de quatre enveloppes interconnectées qui sont : l'hydrosphère, l'atmosphère, la lithosphère, la biosphère.

Ces quatre enveloppes sont en changement constant, elles sont influencées par les activités humaines et les influencent à leur tour.

Activité – Réfléchis!

Pourquoi les scientifiques s'intéressent-ils à la recherche de l'eau sur les autres planètes ? Pourquoi l'eau est-elle si importante ?

Premièrement : L'hydrosphère

1-1 L'hydrosphère sur la planète Terre

L'hydrosphère distingue la planète Terre des autres planètes du système solaire. Elle indique l'eau présente sur la planète.

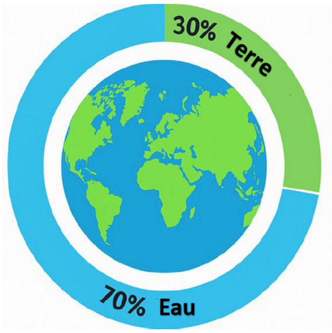


Figure (1-1) le pourcentage de l'atmosphère par rapport à l'hydrosphère sur la Terre

L'eau couvre environ 70 % de la surface du globe terrestre (figure 1-1), dont environ 97 % se trouvent sous forme liquide dans les océans, les mers et les lacs salés comme eau salée, et n'est pas directement propre à la consommation humaine ni aux autres usages tels que l'irrigation en raison de sa forte teneur en sel.

Seulement 1 % environ de l'eau est disponible comme eau douce dans les rivières, les lacs, les ruisseaux, les réservoirs et les eaux souterraines, adaptée à la consommation humaine.

Environ 2 % de l'eau se trouve sous forme gelée dans les calottes glaciaires polaires et les glaciers.

Le cycle de l'eau dans la nature

L'eau se trouve à la surface de la Terre ou à proximité, dans un état de changement constant entre les trois états de la matière : solide, liquide et gazeux, dans la plage des températures connues sur la surface de la Terre.

L'eau se déplace continuellement d'un endroit à un autre à travers de nombreux parcours différents, formant ainsi un système presque fermé, appelé le cycle de l'eau dans la nature, ou le cycle hydrologique, qui exprime le mouvement continu de l'eau tout autour du globe terrestre. Le cycle de l'eau est un système capable de transformer la surface de la Terre physiquement, chimiquement et biologiquement.

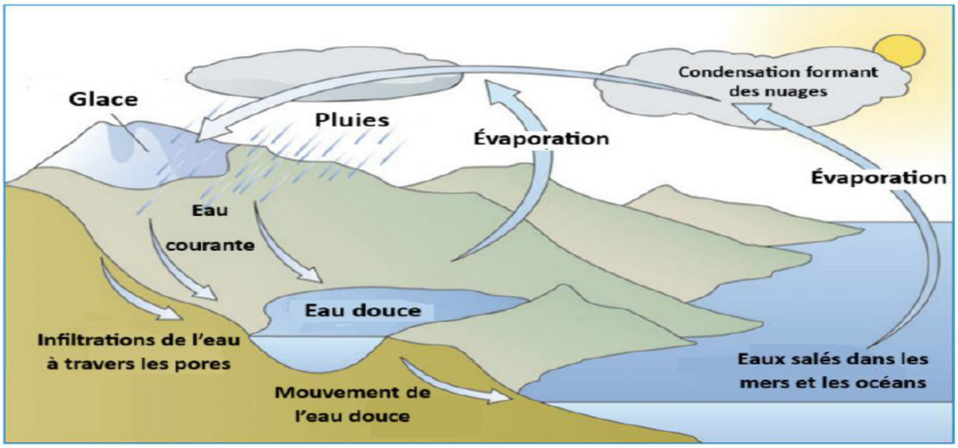


Figure (1-2) cycle de l'eau dans la nature

Le cycle de l'eau dans la nature comprend : **le processus d'évaporation** de l'eau à partir des surfaces aquatiques, ainsi que d'autres processus comme les processus biologiques telles que la respiration, l'excrétion chez les plantes et les animaux, la transpiration des plantes. De même, il y a **le processus de condensation**, qui contribue à la formation des nuages et **le processus de précipitation** sous forme de pluie, de neige ou en d'autres formes. Il comprend aussi le processus d'infiltration, c'est-à-dire la pénétration de l'eau à travers les pores du sol et des roches sédimentaires pour former l'eau souterraine (figure 1-2).

Le processus de transpiration se distingue par le fait qu'il permet à la plante de se débarrasser de l'excès de l'eau sous forme de vapeur d'eau à partir de la surface de la plante exposée à l'air.

La majeur partie de la transpiration s'effectue à travers de petits pores microscopiques qui se trouvent sur la surface des feuilles et des tiges vertes, appelés stomates.

La transpiration contribue à réduire la température du corps de la plante, et crée une force de traction de l'eau et des sels à travers les tissus de xylème, ce qui permet la montée de l'eau et des sels depuis les racines jusqu'aux parties supérieures de la plante.

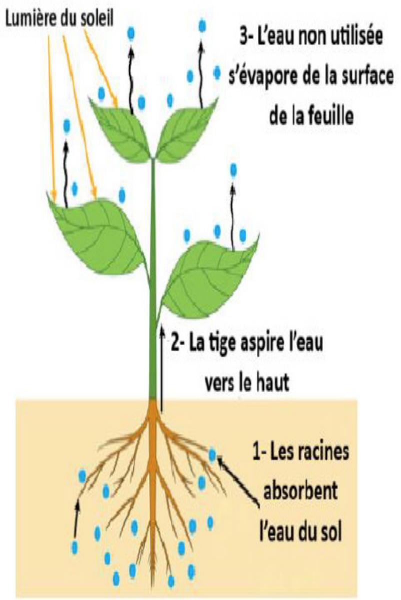


Figure (1-3) : la plante comme une partie du cycle de l'eau dans la nature

Quant au processus d'excrétion, il permet à l'être vivant de se débarrasser des déchets issus des processus du métabolisme, tels que : le dioxyde de carbone, la vapeur de l'eau et les déchets azotés (comme l'ammoniac, l'urée et l'acide urique).

Activité de recherche

En consultant les différentes sources, cherche les informations suivantes :

1- Les outils et les mesures différents utilisés par les météorologues pour mesurer les quantités de pluie annuelle tombant sur une région donnée de la surface terrestre.

2- Comment les scientifiques prévoient-ils les changements futurs dans le cycle de l'eau sur Terre ?

Exercices

Premièrement – Questions à choix multiples :

➲ Choisis la bonne réponse:

(1) Le changement constant entre les états de la matière sur la surface de la Terre à travers un système presque fermé est connu par le cycle de .... .

a) l'azote b) carbone

c) l'oxygène d) l'eau

(2) Le pourcentage de l'aire de la surface couverte d'eau sur la planète Terre est .....

a) 1% b) 3%

c) 70% d) 30%

(3) Lequel des processus suivants, s'il s'arrête, mènera directement à la perturbation de l'équilibre du cycle de l'eau sur la surface de la Terre et dans l'atmosphère ?

a) Le ruissellement superficielle b) L'évaporation

c) L'infiltration dans le sol d) La transpiration

(4) L'augmentation du taux de transpiration dans les plantes affecte indirectement sur le cycle de l'eau dans la nature à travers ....

a) la réduction des précipitations

b) l'augmentation de la vapeur d'eau dans l'atmosphère

c) la diminution du taux d'évaporation des surfaces aquatiques

d) la fixation du dioxyde de carbone dans les feuilles

Deuxièmement – Questions ouvertes :

(5) Quelles sont les processus biologiques qui participent au cycle de l'eau dans la nature ?

(6) Pourquoi le cycle de l'eau dans la nature est-il considéré comme un système presque fermé ?

1-2 Les propriétés chimiques de l'eau

L'eau se distingue par ses caractéristiques uniques qui soutiennent la vie, car elle peut dissoudre de nombreuses substances chimiques. Toutes les cellules de l'être vivant sont entourées d'une membrane appelée membrane plasmique (membrane cellulaire). L'eau traverse cette membrane vers l'intérieur de la cellule vivante, transportant les substances nécessaires à la cellule, et sort également de la cellule à travers la même membrane, transportant les déchets.

La composition chimique de l'eau :

On peut mieux comprendre les propriétés de l'eau en étudiant la composition de la molécule d'eau. La molécule d'eau résulte de l'union d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène. L'oxygène représente 88,89 % de la masse de la molécule d'eau, tandis que l'hydrogène représente 11,11 %. Les deux atomes d'hydrogène sont liés à l'atome d'oxygène par deux liaisons covalentes simples formant un angle d'environ 104,5°. La liaison covalente est un type de liaison chimique qui unit deux atomes en partageant chacun un ou plusieurs électrons pour former la liaison.

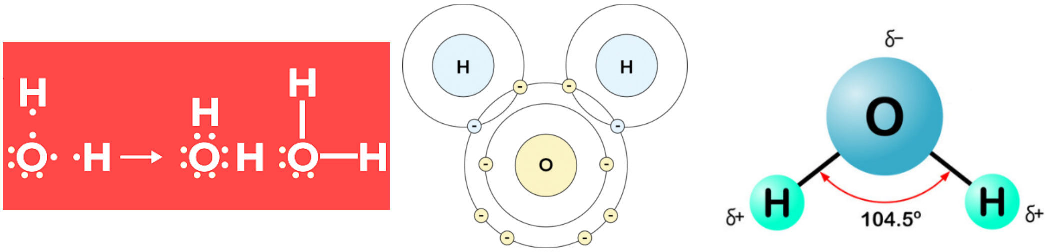


Figure (1-4) structure d'une molécule d'eau

L'eau n'existe pas à la surface de la Terre sous une forme pure, car elle contient de nombreux ions et substances chimiques dissoutes, ou encore des matières qui interagissent avec elle de différentes manières.

Nous allons présenter ci-après quelques-unes des principales propriétés de l'eau:

➲ Polarité de l'eau:

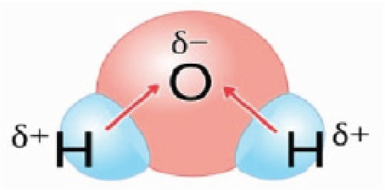


Figure (1-5) Polarité de la molécule d'eau

L'atome d'oxygène se distingue par une électronégativité plus élevée que celle de l'atome d'hydrogène.

L'électronégativité est définie comme une mesure de la capacité d'un atome à attirer les électrons de la liaison chimique vers lui pendant une période plus longue. Par conséquent, les électrons de liaison sont polarisés vers l'atome d'oxygène (plus électronégatif), formant une charge partielle négative sur l'atome d'oxygène et une charge

partielle positive sur l'atome d'hydrogène (moins électronégative). C'est ce qu'on appelle la polarité de la molécule d'eau.

Conséquences de la polarité: en raison de la polarité des molécules d’eau, celles-ci s’associent entre elles, ou avec les molécules covalentes polaires, d'autres substances par ce qui est appelée les liaisons hydrogène.

La liaison hydrogène entre les molécules d’eau est définie comme une attraction électrostatique entre un atome d’hydrogène partiellement positif (δ+) d’une molécule d’eau et un atome d’oxygène partiellement négatif (δ–) d’une molécule d’eau voisine. Cette liaison hydrogène confère à l’eau la capacité de dissoudre de nombreux sels et de les dissocier en ions hydratés.

Chaque molécule d’eau liquide peut former jusqu’à quatre liaisons hydrogène avec les molécules d’eau voisines, ce qui aboutit à un réseau de liaisons hydrogène qui donne à l’eau de nombreuses propriétés uniques. Par exemple, la capacité des molécules d’eau à former des liaisons hydrogène entre elles est la raison principale de l’élévation du point d’ébullition de l’eau pure par rapport à celle des composés similaires dans leur structure, comme le sulfure d’hydrogène.

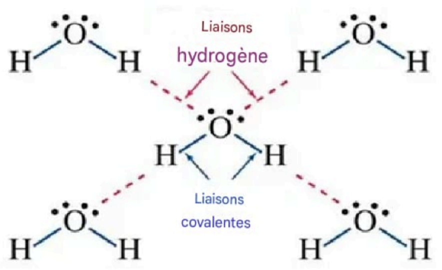


Figure (1-6)
liaisons hydrogène entre les molécules d'eau

Normalement, on s’attend à ce que plus la masse moléculaire d’un composé augmente, plus son point d’ébullition s’élève. Cependant, bien que la masse moléculaire de l’eau soit inférieure à celle du sulfure d’hydrogène, le point d’ébullition de l’eau pure sous la pression atmosphérique normale atteint 100 °C, tandis que celle du sulfure d’hydrogène égale (- 61 °C) .

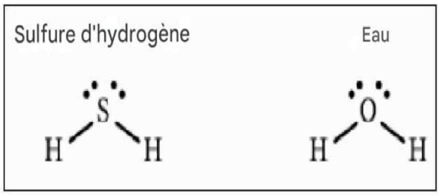


Figure 1-7) Molécule d'eau et molécule de sulfure d'hydrogène

➲ L’eau est un solvant universel.

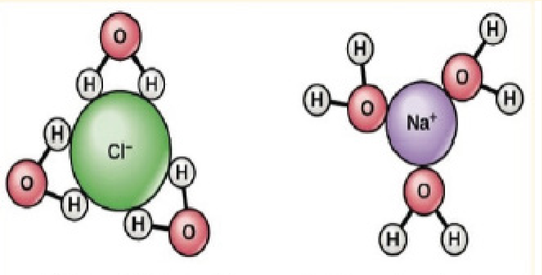
L’eau est considérée comme un solvant universel pour la plupart des substances. C’est une substance capable de dissoudre d’autres composés à molécules polaires ainsi que des composés ioniques. Cela s’explique par le fait que l’eau est un composé polaire, ce qui permet à de nombreux composés ioniques et covalents polaires de s’y dissoudre facilement. Lorsqu’on ajoute des composés ioniques à l’eau, le réseau cristallin se dissocie en ions libres entourés de molécules d’eau, qui empêchent leur réassociation. En effet, les ions positifs sont attirés par le pôle négatif des molécules d’eau (les atomes d’oxygène), tandis que les ions négatifs sont attirés par le pôle

positif des molécules d'eau (les atomes d'hydrogène).

Exemple pratique:

Dissociation du sel de table (NaCl) dans l'eau:

Lorsque des cristaux de chlorure de sodium, un composé ionique, sont ajoutés à l'eau, les molécules de chlorure de sodium se dissocient en ions (Na^+) et (Cl^-), entourés par les molécules d'eau, comme illustré dans la figure (1-8). L'ion sodium, chargé positivement, est entouré par la charge partielle négative des atomes d'oxygène des molécules d'eau voisines. L'ion chlorure, chargé négativement, est entouré par la charge partielle positive des atomes d'hydrogène des molécules d'eau voisines. Les ions du sel restent en solution sans se lier aux ions de l'eau. Par conséquent, la dissolution du chlorure de sodium dans l'eau n'est pas considérée comme une hydrolyse, car les ions issus de la dissociation du sel ne réagissent pas avec l'eau pour former de nouveaux acides ou bases.



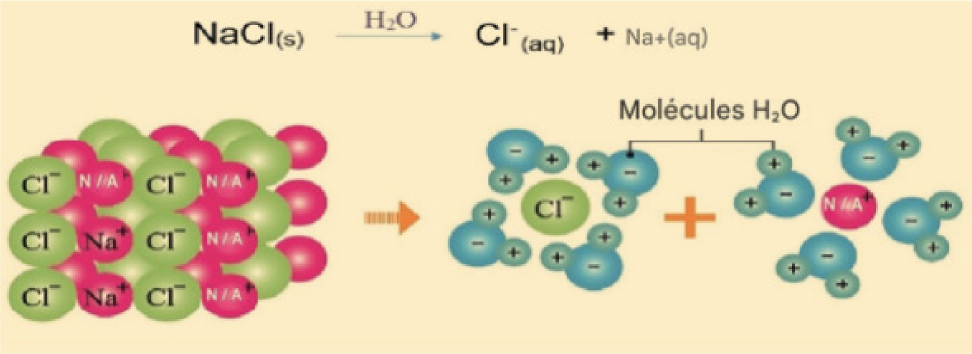


Figure (1-9) Dissociation du chlorure de sodium dans l'eau

➲ L'équilibre ionique de l'eau:

L'eau pure s'ionise très légèrement : une partie de ses molécules se dissocie pour former des ions hydrogène (H^+), responsables de l'acidité, et des ions hydroxyde (OH^-), responsables de la basicité, à des concentrations égales, ce qui rend l'eau pure neutre.

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

➲ Hydrolyse des sels (l'hydratation) :

L'hydrolyse est une réaction qui se produit lorsque qu'un sel solide se dissout dans l'eau, formant un acide et une base, dont l'un ou les deux sont faibles.

$$\text{Base} + \text{Acide} \rightleftharpoons \text{Eau (liquide)} + \text{Sel (solide)}$$

Les sels, selon leur hydrolyse, sont classés en trois catégories :

(a) Les sels acides:

Lors de la dissolution d'un sel acide dans l'eau, il subit une hydrolyse qui entraîne une diminution de la concentration en ions hydroxyde (OH^-) et une augmentation de la concentration en ions hydrogène (H^+), ce qui rend la solution du sel acide.

Exemple : dissolution du chlorure d'ammonium (NH_4Cl) dans l'eau:

$$NH_4Cl_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow NH_4OH_{(aq)} + H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

(b) Les sels basiques:

Lors de la dissolution d'un sel basique dans l'eau, il subit une hydrolyse qui entraîne une diminution de la concentration en ions hydrogène (H^+) et une augmentation de la concentration en ions hydroxyde (OH^-), ce qui rend la solution du sel basique.

Exemple : dissolution du bicarbonate de sodium ($NaHCO_3$) dans l'eau :

$$NaHCO_{3(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} + H_2CO_3$$

(c) Les sels neutres :

Lors de la dissolution d'un sel neutre dans l'eau, il subit une hydrolyse qui n'affecte ni la concentration des ions hydrogène (H^+) ni celle des ions hydroxyde (OH^-), ce qui rend la solution du sel neutre..

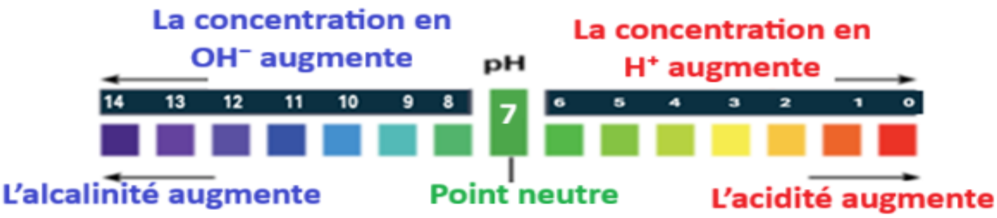
Exemple: dissolution du bicarbonate d'ammonium (NH_4HCO_3) dans l'eau:

$$NH_4HCO_{3(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2CO_{3\,(aq)} + NH_4OH_{(aq)}$$

Le pH (potentiel hydrogène) :

C'est une échelle quantitative qui exprime le degré d'acidité ou de basicité des liquides ou des solutions. Elle prend des valeurs de 0 à 14.

Le pH exprime la relation entre les concentrations des ions hydrogène (H^+) et des ions hydroxyde (OH^-). Ce terme est largement utilisé dans les sciences de la chimie, de la biologie et de l'agriculture.



L'équilibre acido-basique dans l'eau dépend de la relation entre la concentration des ions hydrogène (H^+) et celle des ions hydroxyde (OH^-). Dans le cas de l'eau pure, l'eau est neutre car les concentrations des deux ions sont égales et la valeur du pH est égale à 7. Si la concentration en H^+ augmente, la solution aqueuse devient acide et la valeur du pH est inférieure à 7. Si la concentration en OH^- augmente, la solution aqueuse devient basique et la valeur du pH est supérieure à 7.

Activité : Mesurer la variation du pH dans différentes échantillons d'eau:

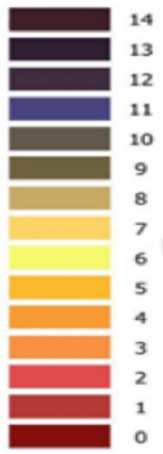
Pour mesurer la valeur du pH d'échantillons d'eau différents (eau de mer, eau de rivière, eau de puits), tu peux réaliser l'expérience suivante:

Matériaux requis :

1. Un pH-mètre ou des bandelettes de test du pH
2. Échantillons d'eau (eau de mer, eau de rivière, eau de puits)
3. Des gobelets pour les échantillons
4. De l'eau distillée (pour l'étalonnage)
5. Une tige d'agitation
6. Des papiers absorbants

Figure (1-10) Mesure du pH

Procédure de l’ expérience :



1. Étalonnage : étalonne le pH-mètre conformément aux instructions du fabricant en utilisant de l’eau distillée. Séche ensuite l’électrode avec du papier absorbant.
2. Préparation des échantillons : numérote les gobelets selon le type d’eau (mer, rivière, puits, etc.) et places-y une petite quantité de chaque échantillon.
3. Mesure : plonge l’électrode du pH-mètre étalonné dans l’échantillon, puis note la valeur du pH une fois la lecture est stabilisée.
4. Répétition : répéte les étapes 1 et 3 pour chaque échantillon.

Mesure à l’aide de bandelettes de test :

Si tu utilises des bandelettes de test de pH, trempe le ruban dans chaque échantillon pendant quelques secondes, puis compare la couleur obtenue avec l’échelle standard .

Valeurs du pH de l’eau provenant de différentes sources (le tableau à titre indicatif seulement)

Substance		Valeur du pH
Eau distillée (Eau pure)		7
Eau des mers		De 7,5 à 8,4 environ
Eau douce	des rivières	De 6,8 à 7,8 environ
	des lacs	De 7,3 à 8,5 environ
Eau souterraine		De 6 à 8,5 environ
Les nuages		De 4,5 à 5 environ
Eau des mines		De 3 à 4 environ

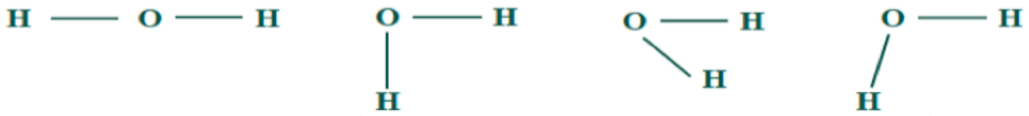
Les valeurs indiquées dans le tableau sont approximatives et peuvent varier en fonction de différents facteurs environnementaux ainsi que des activités humaines dans la région, qui influencent la valeur du pH de l’eau.

Exercices

Premièrement : (Questions à Choix Multiples)

➲ Choisis la bonne réponse:

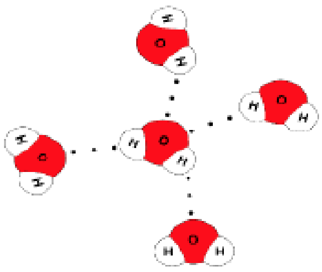
(1) Lequel des schémas suivants représente correctement la structure de la molécule d’eau et l’angle entre les deux liaisons covalentes ?



a)○ b)○ c) ○ d)○

(2) Quel est le choix qui détermine correctement le type de liaisons représentées dans la figure ci-contre ?

Le choix	Entre les atomes de la molécule d'eau	Entre les molécules d'eau
a	Covalente	Hydrogène
b	Covalente	Covalente
c	Hydrogène	Covalente
d	Hydrogène	Hydrogène



(3) La polarité de la molécule d’eau est due au fait que .....

a) L’atome d’oxygène dans la molécule d’eau se transforme en ion positif et l’atome d’hydrogène en ion négatif.

b) L’électronégativité de l’hydrogène est plus grande que celle de l’oxygène.

c) L’atome d’oxygène dans la molécule d’eau porte une charge partielle positive et l’atome d’hydrogène une charge partielle négative.

d) L’atome d’oxygène dans la molécule d’eau porte une charge partielle négative et l’atome d’hydrogène une charge partielle positive.

(4) La solution obtenue par l’hydrolyse du chlorure d’ammonium est considérée comme acide, parce que .....

a) La concentration des ions H^+ dans la solution est inférieure à celle des ions OH^-.

b) La concentration des ions H^+ dans la solution est supérieure à celle des ions OH^-.

c) La concentration des ions H^+ dans la solution est égale à celle des ions OH^-.

d) La concentration des ions H^+ dans la solution est inférieure ou égale à celle des ions OH^-.

(5) La solution obtenue par l'hydrolyse du bicarbonate de sodium est considérée comme basique, parce que ......

a) La concentration des ions H^+ dans la solution est inférieure à celle des ions OH^-.

b) La concentration des ions H^+ dans la solution est supérieure à celle des ions OH^-.

c) La concentration des ions H^+ dans la solution est égale à celle des ions OH^-.

d) La concentration des ions H^+ dans la solution est inférieure ou égale à celle des ions OH^-.

(6) Quels sont les deux éléments qui composent la molécule d'eau ?

a) Carbone et hydrogène
b) Azote et oxygène
c) Oxygène et hydrogène
d) Chlore et sodium

(7) Quel est le taux entre la masse de l'hydrogène et celle de l'oxygène, respectivement, dans la molécule d'eau ?

a) $\frac{1}{8}$
b) $\frac{1}{9}$
c) $\frac{2}{1}$
d) $\frac{8}{9}$

(8) Laquelle des propositions suivantes décrit correctement la composition de la molécule d'eau ?

a) Le pourcentage de la masse de l'hydrogène dans la molécule est de 66,67 %.

b) Le pourcentage de la masse de l'oxygène dans la molécule est de 33,33 %.

c) Le pourcentage de la masse de l'hydrogène dans la molécule est de 11,11 %.

d) Le pourcentage de la masse de l'oxygène dans la molécule est de 50 %.

Deuxièmement : Questions ouvertes

(9) Interprète ce qui suit:

a) L'eau est considérée comme un solvant polaire.

b) La dissolution du sel de table (NaCl) dans l'eau.

(10) Que se passe-t-il pour la concentration des ions H^+ et OH^- lors de l'hydrolyse du chlorure d'ammonium ?

1-3 Les propriétés physiques de l'eau

L’eau possède des propriétés physiques uniques qui la distinguent des autres fluides (les liquides et les gaz) comme la diminution de sa densité lorsqu’elle atteint le degré de congélation et l’élévation de sa chaleur spécifique ce qui influe sur de nombreux phénomènes naturels, ainsi que la répartition des êtres vivants dans les différents environnements.

Cela soulève plusieurs questions, telles que : pourquoi la glace (solide) flotte-t-elle à la surface de l’eau (liquide) ? Pourquoi le sable sur les plages est-il toujours plus chaud que l’eau de la mer ou de l’océan ? Pourquoi l’eau des mers et des océans reste-t-elle chaude après le coucher du soleil ? Et comment la température influe-t-elle sur les êtres vivants et surtout sur les êtres marins ?

La densité :

La densité est la masse par unité de volume d'une substance à une température donnée. Puisque la matière est constituée de molécules, la densité dépend de la masse des molécules et de l'espace intermoléculaire entre elles.

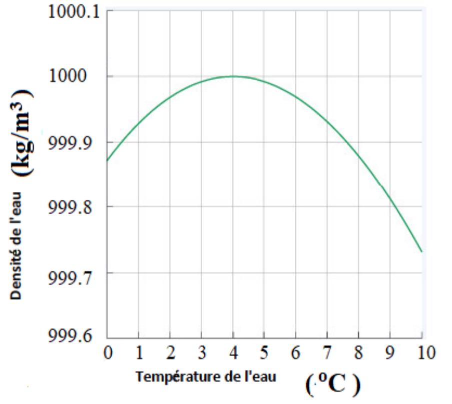


Figure (1-11) le changement de la densité de l’eau avec la température

Dans le cas de l'eau pure, la masse de 1 cm³ d’eau à une température de 4 °C est équivalente à 1 g, c'est-à-dire que la densité de l’eau à 4 °C est égale à 1 g/cm³, ce qui équivaut à l’unité internationale de densité : 1000 kg/m³.

Lorsque la température de l’eau diminue en dessous de 4 °C, sa densité diminue, comme indiqué dans la figure (1-11).

La densité relative d’une substance est le rapport entre la densité d’une substance donnée et la densité de l’eau pure à 4 °C.

L’ Hydromètre (instrument de mesure de la densité des liquides) :

La densité des liquides ou leur densité relative est mesurée à l’aide d’un hydromètre. Le principe de son fonctionnement repose sur la loi d’Archimède, selon laquelle l’objet qui flotte dans des liquides de densités différentes, une plus grande partie de cet objet est visible dans le liquide de densité plus élevée. L’hydromètre est un tube en verre creux, hermétiquement fermé

Figure (1-12) l'hydromètre

avec une partie inférieure plus large permettant la flottabilité. Il contient à sa base des billes de plomb ou de mercure (appelées ballast) pour maintenir l'équilibre vertical. Son tube est relié à une tige en verre longue et de petit diamètre graduée en valeurs de densité. La partie inférieure de la graduation de l'hydromètre indique la densité la plus élevée, tandis que la partie supérieure de la graduation indique la densité la plus basse mesurée par l'hydromètre (figure 1-12).

Activité : La mesure de la densité de différents échantillons de l'eau :

Pour mesurer la densité de l'eau pour des échantillons d'eaux diverses: (de mer, de rivière, de puits), tu peux effectuer l'expérience suivante:

Matériaux requis :

1. Hydromètre (instrument de mesure de la densité des liquides).
2- Un échantillon du liquide dont tu veux mesurer la densité.
3- Un tube à essai.

Procédure de l' expérience:

1. Verse un échantillon du liquide dans le tube à essai de l'hydromètre.

2. Introduit l'hydromètre avec précaution dans le liquide, en s'assurant qu'il ne touche pas les parois du tube.

3. Tapote légèrement l'hydromètre pour éliminer les bulles d'air qui pourraient y être attachées

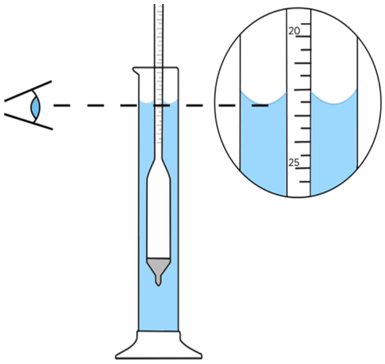


Figure (1-13) l'utilisation de l'Hydromètre

4. Laisse l'hydromètre se stabiliser pendant un certain temps.

5. Lis la graduation correspondant à la ménisque (concave ou convexe) de la surface courbe du liquide comme indiqué dans la figure (1-13).

→ Cette lecture représente la densité relative du liquide.

La densité de l'eau dans les océans

La densité de l'eau dans les océans est influencée par :

➲ La pression dans l'eau :

Dans les eaux peu profondes, la densité de l'eau ne change presque pas avec la profondeur, en raison de son incompressibilité. En revanche, dans les grandes profondeurs océaniques, la densité peut légèrement augmenter. Cela est dû à l'augmentation de la pression qui rapproche les molécules d'eau les unes des autres, ce qui augmente la densité.

➲ La quantité de sels dissous dans l'eau:

Plus la salinité de l'eau est élevée (la concentration des sels dissous dans l'eau), plus la densité de l'eau augmente.

➲ La température de l'eau :

Plus la température de l'eau diminue (jusqu'à atteindre 4 °C), plus les molécules d'eau se rapprochent les unes des autres, ce qui réduit le volume et augmente la densité de l'eau. Si la température baisse en dessous de 4 °C, la densité de l'eau diminue à nouveau.

Les variations de la densité de l'eau sont l'une des causes des courants marins dans les océans. Les courants verticaux dans les océans sont généralement dus aux différences de densité provoquées par des variations de température et de salinité. Les courants marins transportent la chaleur et les sels des régions équatoriales vers les deux pôles du globe terrestre et les nutriments des profondeurs de l'océan vers la surface ainsi que les eaux douces provenant des fleuves ou des fontes glaciers vers différentes zones autour du monde.

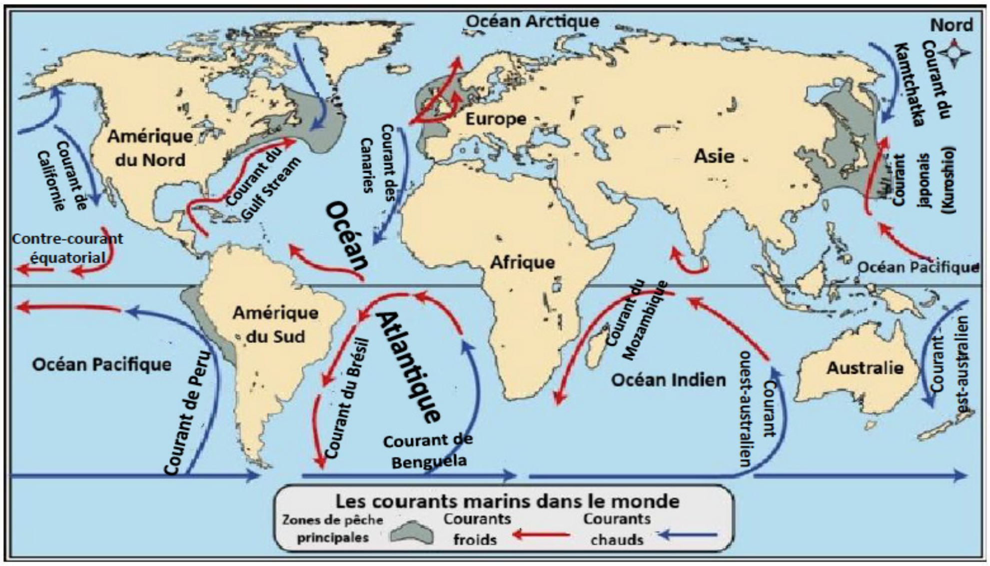
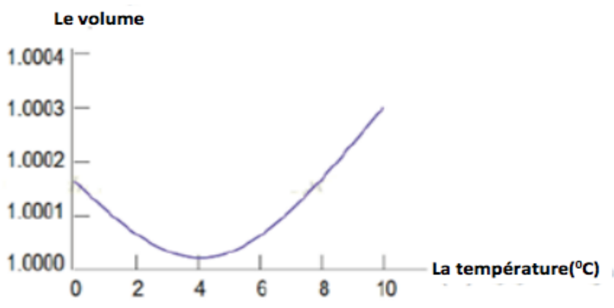


Figure (1-14) les courants d'eau dans les océans

La densité de l’eau et la température dans les régions polaires :

En général, le volume d’un liquide augmente avec l’élévation de la température et diminue avec sa baisse. Mais l’eau fait exception à cette règle.



(Figure 1-15) variation du volume de l’eau avec la température

Lorsque la température de l’eau s’élève de 0 °C à 4 °C, son volume diminue (les molécules se rapprochent) et par conséquence, sa densité augmente. La densité maximale de l’eau est atteinte à environ 4 °C, équivalent à 1000 kg/m³. Cependant si la température augmente au-dessus de 4 °C, l’eau se dilate (son volume augmente) à nouveau (les molécules s’éloignent) et par conséquent, sa densité diminue.

Ces faits scientifiques aident à comprendre la raison du commencement de congélation d’un lac en surface dans les régions polaires au lieu du fond.

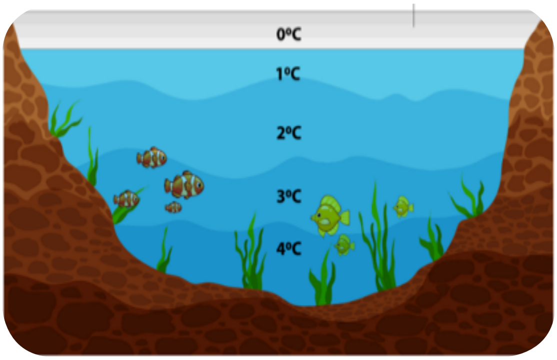


Figure (1-16) les organismes marins dans un lac gelé

Lorsque la température de l'air baisse de 4 °C à 0 °C, l’eau de surface du lac se dilate et devient moins dense que l'eau située en dessous. Cela signifie que lorsque l’eau gèle et se transforme en glace, elle devient moins dense. Cela est due au fait que les molécules d’eau sont plus espacées dans la glace que dans l’eau. Par conséquence, la glace flotte, ce qui crée une couche isolante empêchant le reste de l’eau en dessous de geler. Ceci permet aux organismes aquatiques de survivre dans cet environnement et c’est une autre raison pour laquelle l’eau constitue un habitat idéal. (figure 1-16)

La quantité de chaleur et la température :

Il arrive souvent que l’on confonde dans la vie quotidienne les deux notions : « la quantité de chaleur » et « la température ». Bien qu’elles soient liées, elles sont différentes sur le plan scientifique et physique.

Tout corps ou système est constitué d’un grand nombre de molécules (molécules ou atomes) entre lesquelles existent des distances intermoléculaires qui sont en mouvement constant. La somme de l’énergie potentielle résultant de la position des molécules les unes par rapport aux autres et de l’énergie cinétique résultant du mouvement des molécules est appelée énergie interne du corps ou du système.

Le concept de quantité de chaleur désigne l’énergie transférée d’un corps à un autre ou à l’intérieur d’un corps lorsqu’il existe une différence de température. On mesure la quantité de chaleur en joules (J).

Quant à la température, c’est une grandeur qui décrit le degré de chaleur ou de froid d’un corps ou d’un système. Elle représente la moyenne de l’énergie cinétique des molécules du corps ou du système. Son unité internationale est le kelvin (K).

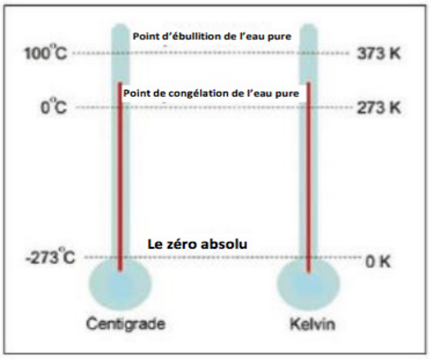


Figure (1-17)

L’échelle Kelvin et Celsius de température

Afin de convertir la température en kelvins à partir de sa valeur en degré Celsius, on utilise la formule suivante :

$$(T\,K = t°C + 273)$$

Sachant qu’une augmentation de la température de un degré Celsius (°C) équivaut son augmentation de un kelvin (K) .

Lorsqu’un corps ou un système gagne une quantité d’énergie thermique, l’amplitude de vibration de ses particules augmente ainsi que leur énergie cinétique . Par conséquent, sa température augmente.

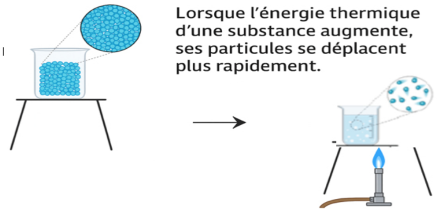


Figure (1-18)

L’énergie thermique et la température

La question ici est la suivante: est-ce qu’une même quantité de chaleur est nécessaire pour élever la température d’unités de masse de différentes substances d’un kelvin chacune ?

La chaleur spécifique (c) :

La chaleur spécifique est la quantité de chaleur que doit absorber 1 kg d'une substance pour élever sa température de 1 kelvin (K). Son unité de mesure est : J/kg·K. Son symbole est (c)

Plus la chaleur spécifique d'une substance est élevée, plus une masse donnée de cette substance nécessite une quantité d'énergie thermique plus grande pour élever sa température d'un kelvin, comparée à la même masse d'une autre substance dont la chaleur spécifique est plus basse.

Le tableau suivant présente la chaleur spécifique de certaines substances, dont la plupart est à température ambiante :

Substance	Température	État physique	Chaleur spécifique (J/kg·K) Joules/ Kg. kelvin
Glace	0°C	Solide	2100
Aluminium	25°C	Solide	900
Cuivre	25°C	Solide	390
Plomb	25°C	Solide	128
Mercure	25°C	Liquide	140
Eau salée	25°C	Liquide	3900
Eau pure	25°C	Liquide	4200
Vapeur d'eau	100°C	Gaz	2020
Air	25°C	Gaz	1005

Remarque : La chaleur spécifique dépend du genre de la matière, de son état physique, de la présence d'impuretés ou des substances dissous. Remarquons aussi que l'eau a une température spécifique relativement élevée comparée aux autres matières.

La formule pour calculer la quantité de la chaleur gagnée ou perdue par un corps (Qth) est :

$$Q_{th} = m\ c\ \Delta t$$

m: masse du corps par unité (kg)

Δt: la quantité de variation de température du corps par unité (°C) ou (K)

c: chaleur spécifique de la matière par unité (J/kg.K) ou (J/kg. °C)

Exemple: Calcule la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de 0,3 kg de cuivre de 20 °C à 70 °C, sachant que la chaleur spécifique du cuivre = 390 J/kg. K

Solution:

$$Q_{th} = mc\ \Delta t = 0.3 \times 390 \times (70 - 20) = 5850\ J$$

Exemple:

On a plongé un morceau d’aluminium de masse 200 g et d'une température de 80 °C dans une quantité d’eau, à température ambiante. Si la température finale du système devient 40 °C, calcule la quantité de chaleur que la quantité d’eau a gagnée, sachant que la chaleur spécifique de l’aluminium est 900 J/kg, K (supposant qu’il n’y a aucune perte thermique du système)

Solution:

(Remarque importante : utiliser les unités du système international)

(Remarque importante : utiliser les unités du système international)

Selon le principe de conservation de l’énergie, la quantité de la chaleur gagnée par l’eau équivaut la quantité de la chaleur perdue par le morceau d’aluminium.

L’énergie thermique gagnée par l’eau = l’énergie thermique perdue par l’aluminium

$$Q_{th} = mc\,\Delta t = 0.2 \times 900 \times (40 - 80) = -7200\ \text{J}$$

Le signe négatif ici indique que le morceau d’aluminium a perdu la quantité de la chaleur, laquelle a été transférée vers l’eau. Ainsi, la quantité de chaleur transmise à l’eau sera 7200 J.

La brise de mer:

L’eau se distingue par sa chaleur spécifique élevée, en raison des liaisons hydrogène entre ses molécules. Cela contribue en partie à adoucir le climat à proximité des grandes masses d’eau.

Pendant l'été, la température d’une grande surface de la mer reste relativement basse par rapport à celle des sables et des roches de plage.

L’air se réchauffe sur le sol, sa densité diminue et s’élève en haut. L’air plus froid au-dessus de la surface de l’eau se déplace vers le sol pour prendre sa place. Ce phénomène crée ce qu’on appelle une brise de mer, où l’air chaud monte vers le haut et l’air froid le remplace.

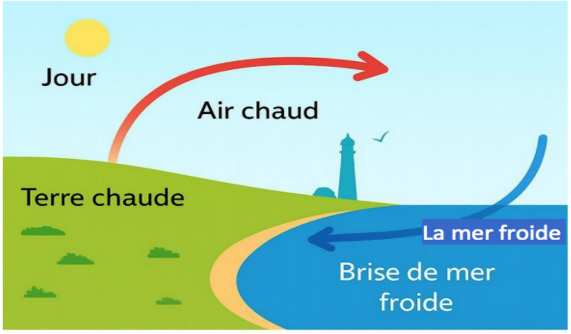
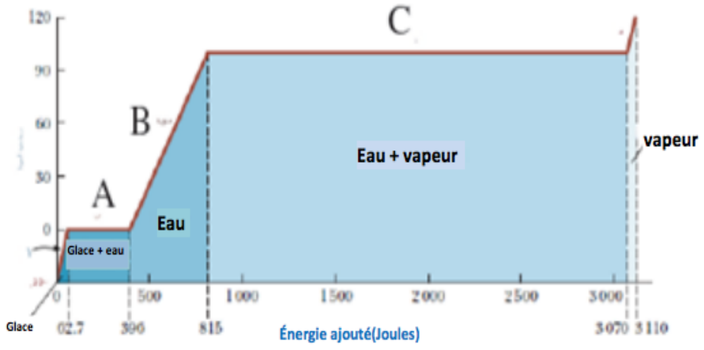


Figure (1-19) la brise de mer

La chaleur latente de vaporisation

La chaleur latente de vaporisation est l'énergie thermique que doit absorber l'unité de masse (1 kg) d'une substance pour se transformer de l'état liquide à l'état gazeux (vapeur) sans changement de température, (ou l'énergie qu'elle libère lors de la transformation de l'état gazeux (vapeur) à l'état liquide, également sans changement de température).

En fait, l'eau possède une température de vaporisation élevée à cause de la présence des liaisons hydrogène entre ses molécules. Et pour que l'eau s'évapore, il faut rompre les liaisons entre ses molécules , ce qui demande beaucoup d'énergie .



(Figure 1-20) la quantité de la chaleur que gagne l'eau lors de son chauffage

Cela est très utile pour de nombreux êtres vivants, car ils peuvent utiliser le processus d'évaporation de l'eau comme un moyen de régulation de la température de leurs corps. Lorsque les organismes vivants transpirent ou que la transpiration se produit dans les plantes, les molécules d'eau évaporées emportent la chaleur loin du corps.

La figure (1-20) montre la quantité d'énergie nécessaire pour vaporiser une masse d'eau (zone C) comparée à la quantité de chaleur nécessaire pour chauffer cette même masse d'eau de 0°C à 100°C (zone B)

Effet de la chaleur et de la température sur les organismes marins

1. La plupart des organismes vivants ont besoin d'une plage de température précise pour pouvoir survivre. Les variations brusques de température peuvent être fatales dans de nombreux cas , surtout pour les organismes très petits.
2. Les variations de température dans les océans influencent la répartition des organismes marins. Les organismes vivants dans les eaux superficielles chaudes peuvent ne pas être capables de survivre dans les profondeurs froides. Par exemple, les récifs coralliens, ont besoin d'une température constante pour survivre. Un changement de température dû au changement climatique peut provoquer sa mort.

3.La chaleur spécifique élevée de l’eau fait des océans et des lacs de grands réservoirs thermiques, car l’eau absorbe beaucoup d’énergie solaire pendant la journée sans que sa température s’élève considérablement. En effet, l’eau conserve une température relativement stable. Puis, pendant la nuit, cette énergie est libérée lentement, ce qui aide à maintenir une température constante dans l’environnement marin. Ce maintien de l’équilibre thermique est très important pour la survie des organismes marins.

Cette propriété aide à protéger les organismes marins contre les variations rapides de température, en particulier ceux à sang froid (appelés Poïkilothermes), dont la température corporelle dépend de celle de l’environnement.

C’est pourquoi on trouve beaucoup de ces organismes vivent dans les profondeurs des mers et des océans, où la température reste relativement constante.

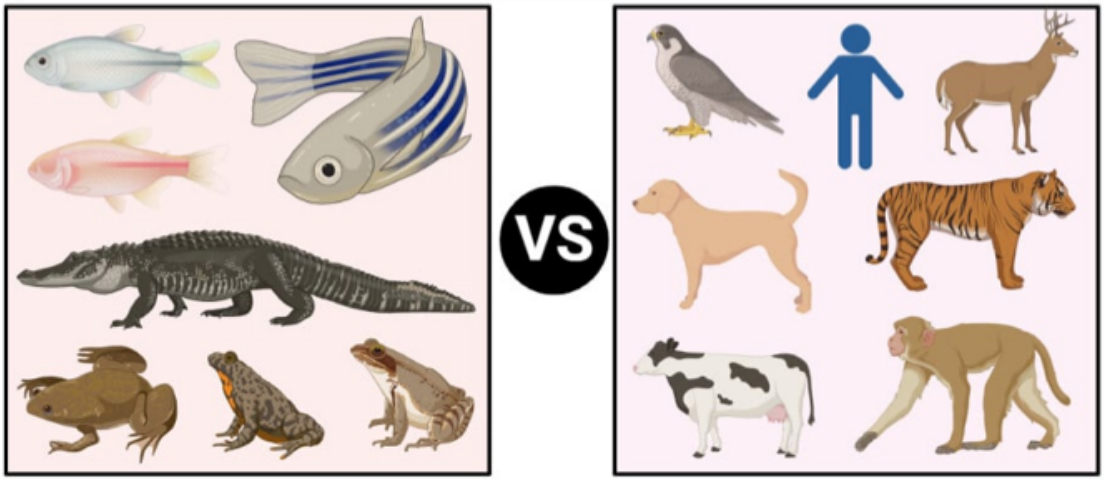


Figure (1-21) (a) êtres à sang froid

Figure (1-21) (b) êtres à sang chaud

Les organismes à sang froid (figure 1-21 (a)) tels que la majorité des vertébrés comme les poissons, les amphibiens, les reptiles, et tous les invertébrés comme les arthropodes et les mollusques dépendent des sources externes comme la lumière du soleil ou les milieux chauds pour réguler leur température corporelle, qui varie avec la température de l’environnement.

Quant aux organismes à sang chaud (figure 1-21 (b)) comme les oiseaux et les mammifères,ils peuvent maintenir une température corporelle constante à l’intérieur de leurs corps grâce à des processus métaboliques , peu importe la température de l’environnement.

Exercices

Premièrement – Questions à choix multiples

➲ Choisis la bonne réponse :

(1) Sachant que la densité de l'eau à une température de 4°C est 1 g/cm³, lorsque la température est élevée à 8°C, alors ....

Choix	Volume de l'eau	Densité de l'eau
a	Augmente	Augmente
b	Diminue	Diminue
c	Diminue	Augmente
d	Augmente	Diminue

(2) Sachant que la densité de l'eau à 4°C est 1 g/cm³, alors la masse de 4 m³ d'eau à cette température est égale à.

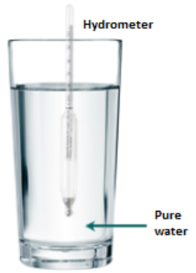
a) 0.004 kg b) 1 kg

c) 4 kg d) 4000 kg

(3) Quatre échantillons d'eau dont la masse de chacun est 1 kg. Lequel a le plus grand volume ?

a) Eau salée à 4ºC b) Eau salée à 8ºC

c) Eau douce à 4ºC d) Eau douce à 4ºC



(4) Dans la figure ci-contre , lors de la dissolution d'une grande quantité de sel dans de l'eau pure, alors, le volume de la partie immergée de l'hydromètre dans l'eau ...

a) augmente b) diminue

c) ne va pas changer d) Impossible à déterminer la réponse

(5) Sachant que la densité de l'eau à une température de 4 °C est égale à 1 g/cm³, cela signifie .....

a) qu'une masse de 1 cm³ d'eau = 4 kg.

b) qu'une masse de 1 cm³ d'eau = 1 g.

c) qu'une masse de 1 m³ d'eau = 1 g.

d) qu'une masse de 1 cm³ d'eau = 1 L.

(6)La température à laquelle la densité de l’eau atteint sa valeur maximale est ...

a) 0^oC b) 4^oC

c) 2^oC d) 6^oC

(7) La figure ci-contre montre trois verres d’eau de salinités différentes. Leurs densités est (X, Y, Z), ayant tous la même température. Un œuf identique est placé dans chaque verre.

Quel est le classement correct des densités des échantillons de l’eau ?

a) $X = Y = Z$

b) $X > Y > Z$

c) $Z > Y > X$

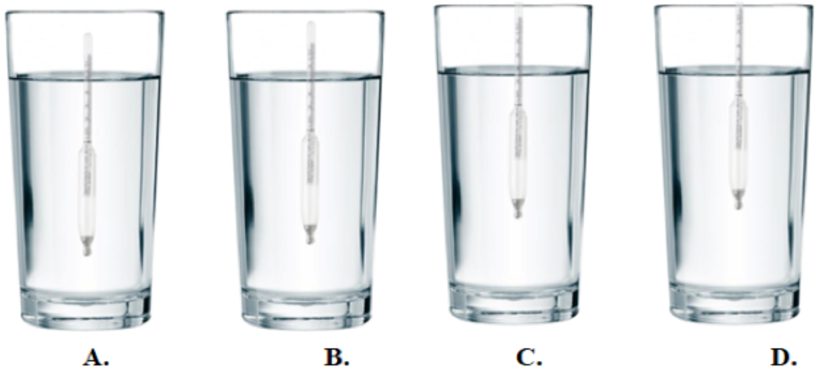
d) $Z > Y = X$

(8) Quel appareil parmi les suivants est utilisé pour mesurer la densité des liquides?

a) L’ Hydromètre b) Le Baromètre

c) Le Manomètre d) Le Thermomètre

(9)Parmi les verres illustrés ci-dessous, tous contenant de l’eau, lequel a l’eau de plus haute densité ?



(10) L’unité internationale de la température est ...

a) degré Celsius b) Kelvin

c) degré Fahrenheit d) Rankine

(11) La température de congélation de l'eau pure est égale à ...

a) -273 ºC b) 0 K

a) 273 ºC b) 273 K

Deuxièmement : Les questions ouvertes

(12) Une quantité d'eau pure de masse 1 kg et une température de 0 °C.

Que se passe-t-il à sa densité dans chacune des cas suivantes :

(A) Si on y ajoute 1 kg de l'eau pure d'une température de 0 °C ?

(B) Si on y dissous 34 g de sel de cuisine ?

(13) Calcule la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de 0,9 kg de cuivre à 70 °C sachant que la capacité spécifique du cuivre est égale à 390 J/Kg.K

(14) Lorsqu'on fournit la même quantité de chaleur à quatre échantillons de masse égale, mais de substances différentes, on observe ce qui suit :

- L'échantillon W : élévation de température de 20 °C
- L'échantillon X : élévation de température de 40 °C
- L'échantillon Y : élévation de température de 60 K
- L'échantillon Z : élévation de température de 80 K

Quelle substance a la plus grande chaleur spécifique ? Explique ta réponse..

1-4 Les solutions aqueuses et leurs propriétés

Tu as appris que l'eau possède des propriétés uniques, telles que la polarité de ses molécules, les liaisons hydrogène entre elles, la capacité de dissoudre d'autres molécules polaires et des composés ioniques, ainsi qu'un point d'ébullition élevé. Mais l'eau présente dans les étendues d'eau n'est pas pure : elle est mélangée à plusieurs substances dissoutes ou en suspension. Ces substances dissoutes influencent directement les propriétés de l'eau, ce qui entraîne des changements dans les courants aquatiques et une diversité des êtres vivants.

Une solution est un mélange homogène constitué d'un solvant et d'un soluté. Dans les milieux aquatiques, l'eau est généralement le solvant, tandis que le soluté peut être une substance chimique comme des sels ou d'autres matières.

Les propriétés colligatives des solutions:

Ce sont les propriétés d'une solution qui dépendent du nombre de molécules ou d'ions du soluté non volatil, et non pas de la nature du soluté.

Parmi les propriétés colligatives des solutions, on trouve:

la diminution de la pression de vapeur, l'élévation du point d'ébullition, l'abaissement du point de congélation et la pression osmotique.

1. La diminution de la pression de vapeur du liquide:

Supposons que nous ayons un liquide dans un ballon fermé (système fermé) à une température donnée. Certaines molécules du liquide se libèrent de sa surface et passent à l'état de vapeur, tandis qu'une partie des molécules de vapeur retourne dans le liquide. Lorsque le taux d'évaporation du liquide est égal au taux de condensation de la vapeur, de sorte que la quantité de liquide et de vapeur reste constante, on dit que le liquide et sa vapeur sont en équilibre dynamique.

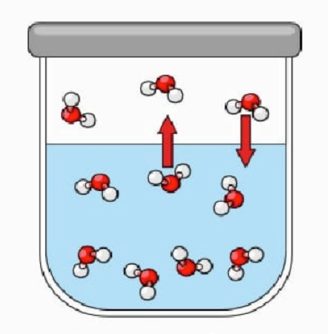


Figure 2-1

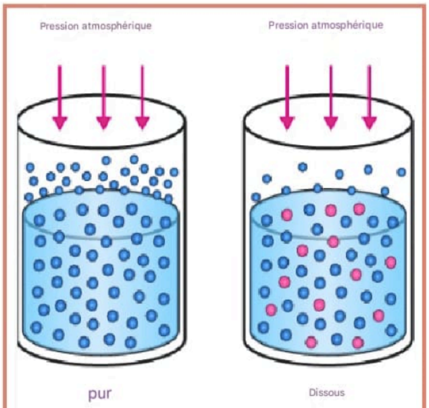
Équilibre dynamique entre un liquide et sa vapeur

La vapeur formée au-dessus de la surface du liquide par évaporation exerce une pression sur la surface du liquide, appelée pression de vapeur du liquide.

Dans l'eau pure, les molécules de surface peuvent se libérer et passer à l'état de vapeur. Entre les molécules d'eau existent des forces d'attraction dues à la liaison hydrogène.

Lorsqu'une substance non volatile est dissoute dans l'eau, certaines molécules ou ions du soluté occupent une partie de la surface du liquide, ce qui réduit le nombre de molécules d'eau exposées à l'évaporation à la surface. Il existe également de fortes forces d'attraction entre les molécules d'eau et les molécules ou ions du soluté, en plus des forces d'attraction entre les molécules d'eau elles-mêmes, ce qui nécessite une énergie plus grande pour les surmonter et libérer les molécules d'eau.

Ainsi, le nombre de molécules d'eau susceptibles de s'évaporer diminue, et la pression de vapeur du liquide diminue également. La diminution de la pression de vapeur d'une solution est directement proportionnelle au nombre de molécules ou d'ions du soluté présents dans la solution.



(Figure 1-23) La pression de vapeur d'un liquide diminue en dissolvant une substance dans le liquide.

2. L'élévation du point d'ébullition,

Le point d'ébullition d'un liquide est la température à laquelle sa pression de vapeur est égale à la pression atmosphérique à la surface du liquide. Ainsi, le point d'ébullition d'un liquide pur sous la pression atmosphérique normale est constant, et il s'agit d'une propriété permettant de déterminer la pureté des liquides.

Le point d'ébullition de l'eau pure est de 100 °C sous la pression atmosphérique normale. Le point d'ébullition de l'eau varie en fonction de la pression exercée sur sa surface : une augmentation de la pression externe entraîne une augmentation du point d'ébullition de l'eau (comme dans une cocotte-minute), tandis qu'une diminution de la pression atmosphérique sur sa surface entraîne une baisse du point d'ébullition.

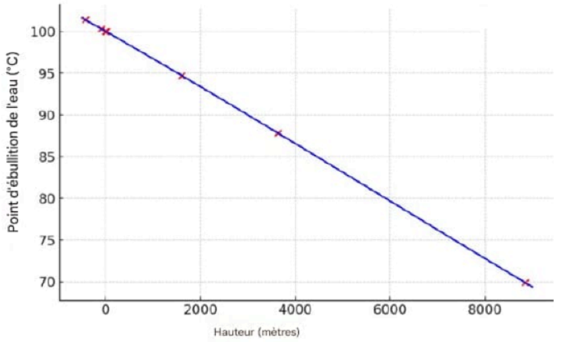


Figure 2-1

(Figure 1-24) Diminution du point d'ébullition de l'eau avec l'altitude par rapport au niveau de la mer.

En effet, à mesure que l'altitude augmente, la pression atmosphérique diminue, et par conséquent, le point d'ébullition de l'eau diminue.

Lorsqu'une substance non volatile est dissoute dans l'eau pour former une

solution, la pression de vapeur de la solution devient inférieure à celle de l'eau pure. Ainsi, le point d'ébullition de la solution est plus élevé que celui de l'eau pure sous la pression atmosphérique normale, en raison des forces d'attraction entre les molécules ou les ions du soluté et celles du solvant (l'eau). Cela nécessite une énergie supplémentaire pour vaporiser le liquide.

L'élévation du point d'ébullition d'une solution est directement proportionnelle au nombre de molécules ou d'ions dissous dans la solution.

3. L'abaissement du point de congélation de l'eau – point de fusion de la glace:

Le point de congélation d'une solution aqueuse est toujours inférieur à celui de l'eau pure sous la pression atmosphérique normale, en raison des forces d'attraction entre les molécules d'eau et les molécules ou ions du soluté, qui empêchent les molécules d'eau de s'associer pour former des cristaux de glace.

Dans les pays froids, on répand du sel sur les routes dans certaines zones où la température atteint des valeurs négatives (°C), afin d'empêcher la congélation de l'eau de pluie sur les routes, d'éviter le glissement des voitures et de réduire les accidents.

4. L'osmose et la pression osmotique:

L'osmose est le phénomène de passage de l'eau d'une solution diluée vers une solution concentrée à travers une membrane semi-perméable qui sépare les deux solutions.

La pression osmotique est la pression qui apparaît dans une solution en raison de la différence de concentration du soluté entre ses parties. Elle entraîne le déplacement de l'eau de la solution la moins concentrée (ayant une faible pression osmotique) vers la solution la plus concentrée (ayant une pression osmotique plus élevée). (Figure 1-25).

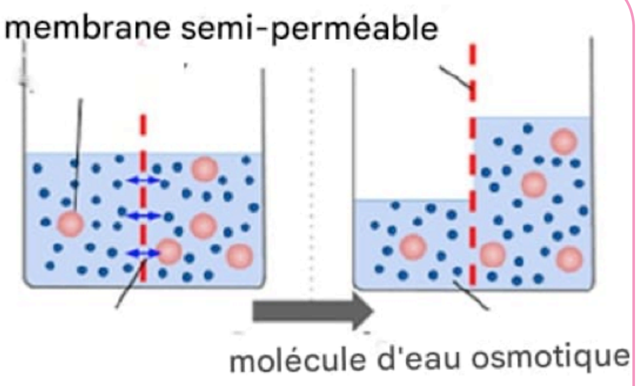


Figure 1-25) Osmose

1-5 L'importance biologique de l'eau

L'eau est essentielle à la vie à cause de ses propriétés uniques, et les processus vitaux dans toutes les cellules vivantes dépendent de ces propriétés. Les cellules des organismes vivants sont constituées de molécules organiques telles que les glucides, les protéines, les lipides, et de molécules inorganiques, dont les plus importantes sont l'eau et les sels minéraux. L'eau est la substance chimique la plus abondante dans les organismes vivants.

L'eau est présente dans presque toutes les réactions chimiques se produisant dans les processus vitaux. On trouve de l'eau à la fois à l'intérieur et à l'extérieur des cellules. Chez les mammifères, l'eau constitue environ 70 % de la masse corporelle de l'organisme vivant, mais environ 47 % de ce pourcentage se trouve à l'intérieur des cellules, et environ 23 % se trouve à l'extérieur des cellules, que ce soit dans le plasma sanguin ou d'autres fluides corporels.

L'eau dans la cellule vivante:

La cellule est l'unité fondamentale de la vie. Si nous décomposons un organisme vivant jusqu'au niveau cellulaire, le plus petit composant indépendant que nous trouvons est la cellule. La cellule est l'unité de structure et de fonction de tous les organismes vivants.

La plupart des cellules vivantes possèdent un noyau contenant le matériel génétique, et les organismes vivants sont classés en : procaryotes, où le matériel génétique n'est pas entouré d'une membrane nucléaire, et eucaryotes, où le matériel génétique est entouré d' une membrane nucléaire.

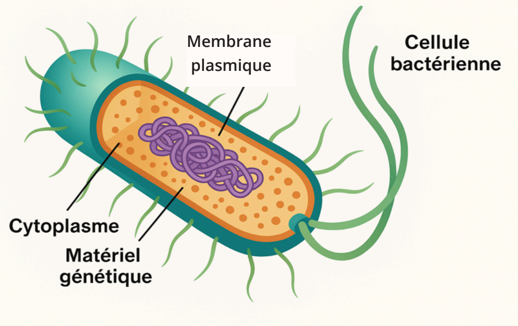
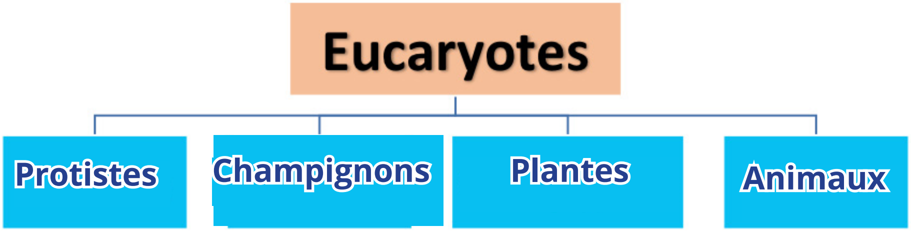


Figure (1-26) Cellule bactérienne

Et parmi les exemples de procaryotes il y a : les bactéries, qui sont des organismes unicellulaires possédant une paroi cellulaire contenant une substance appelée peptidoglycane qui leur confère leur forme et leur rigidité.

La cellule chez les eucaryotes contient un noyau entouré d'une membrane, et des organites spécialisés tels que les mitochondries et les plastes. Les eucaryotes sont classés en quatre règnes : les protistes, les champignons, les plantes et les animaux.



- **Les protistes** sont principalement des organismes unicellulaires ou multicellulaires simples, souvent aquatiques, et peuvent être autotrophes (comme les algues dorées) ou hétérotrophes (comme les protozoaires).
- **Les champignons** sont principalement multicellulaires (sauf la levure), ont des parois cellulaires composées de chitine, et sont des êtres hétérotrophes.
- **Les plantes** sont des organismes multicellulaires autotrophes, possèdent des parois cellulaires faites de cellulose, et réalisent la photosynthèse pour produire leur nourriture.
- **Quant aux animaux,** ce sont des organismes multicellulaires hétérotrophes, sans parois cellulaires, souvent capables de se déplacer, et dépendent de systèmes d'organes complexes pour survivre.

Les animaux se divisent en invertébrés, qui n'ont pas de colonne vertébrale, tels que les éponges , les cnidaires (comme les méduses), les vers, les arthropodes (comme les insectes), les mollusques (comme les huîtres), les échinodermes (comme l'étoile de mer), et en vertébrés, qui possèdent une colonne vertébrale (tels que les poissons, les amphibiens, les reptiles, les oiseaux et les mammifères , avec l'homme au sommet).

La cellule vivante eucaryote se compose de:

1. La Paroi cellulaire:

Une paroi épaisse faite de cellulose qui entoure la cellule de l'extérieur, définit sa forme, enveloppe ses composants et la protège. Elle se trouve dans les cellules végétales et fongiques. Les parois cellulosiques sont caractérisées par leur perméabilité à l'eau et aux sels.

2. La membrane cellulaire (Membrane plasmique):

Une membrane fine semi-perméable entourant la cellule, existe dans tous les organismes vivants. Elle sépare le contenu de la cellule de l'environnement extérieur, protégeant ainsi le contenu interne. Elle régule le passage des substances à l'intérieur et à l'extérieur de la cellule.

3. Le cytoplasme:

Une substance gélatineuse principalement composée d'eau, contenant certaines substances chimiques nécessaires à la survie de la cellule.

4. Le noyau:

Situé à l'intérieur de la cellule, il contient le matériel génétique qui détermine les caractéristiques de l'organisme et contrôle les activités de la cellule. Il se trouve à la fois dans les cellules végétales et animales, généralement au centre dans les cellules animales.

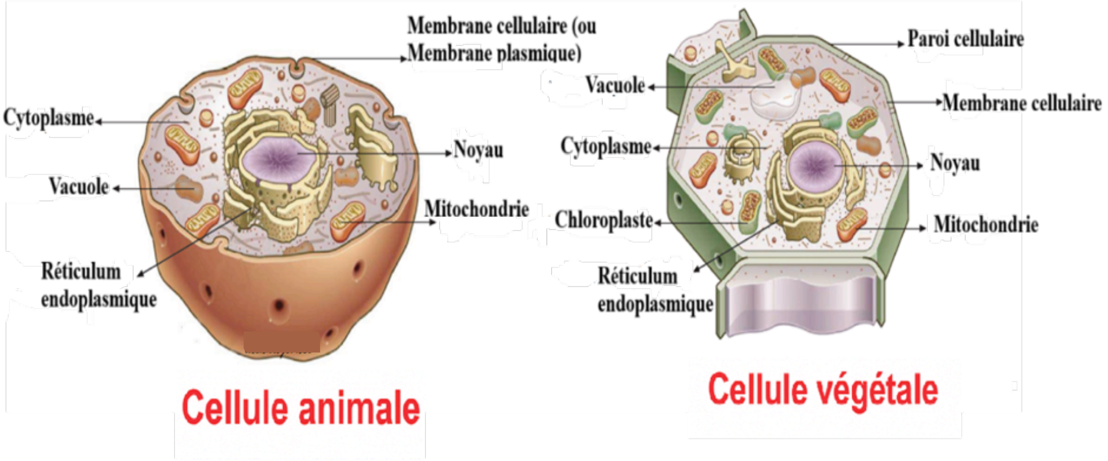


Figure (1-27) Cellule végétale et cellule animale

5. Les chloroplastes (les plastes vertes):

Se trouvent uniquement dans les cellules végétales et contiennent la chlorophylle. C'est là que se déroule la photosynthèse.

6. Les vacuoles:

Elles emmagasinent la nourriture, l'eau et les sels en surplus. Elles sont de grande taille dans les cellules végétales et se trouvent au centre de la cellule, tandis qu'elles sont petites et nombreuses dans les cellules animales.

7. Les mitochondries:

Organites qui représentent les centres de production d'énergie dans la cellule.

8. Le réticulum endoplasmique:

Ensemble de membranes utilisées pour transporter différentes substances d'un endroit à un autre à l'intérieur de la cellule.

L'importance de l'eau pour les êtres vivants:

➲ L'eau a une grande importance pour les êtres vivants, notamment:

1- Elle agit comme solvant universel, permettant aux réactions biochimiques de se produire en dissolvant les sels minéraux et les éléments nutritifs, et en transportant les gaz comme l'oxygène et le dioxyde de carbone pour faciliter leur transport à l'intérieur de l'organisme. Elle aide également à éliminer les déchets à l'extérieur de l'organisme.

2- Le composant fondamental du cytoplasme : la présence d'eau à l'intérieur la cellule lui permet de maintenir sa forme et sa structure, créant une pression interne qui résiste à la pression résultant des forces externes entourant la cellule, contribuant ainsi au succès des processus biochimiques à l'intérieur et permettant aux organites de fonctionner correctement.

3- Elle aide les êtres vivants à maintenir des températures internes stables malgré les fluctuations externes grâce à sa chaleur spécifique élevée.

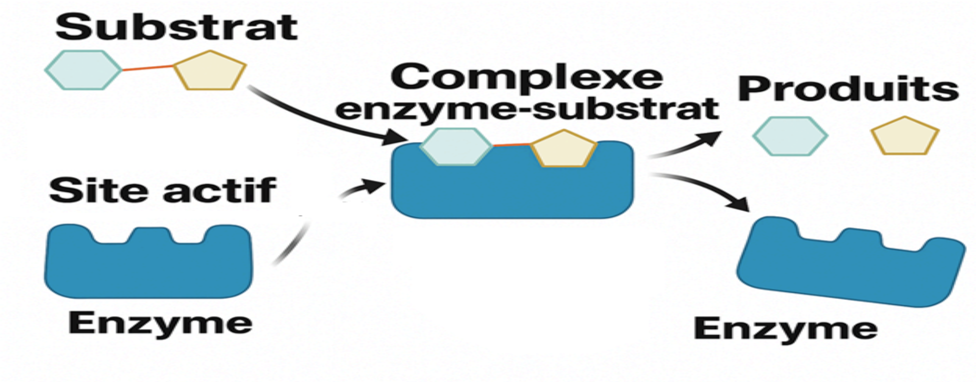
4- L'eau est un facteur essentiel au maintien de l'équilibre interne et au soutien des activités chimiques complexes de la vie, car elle participe directement aux processus métaboliques, dont dépend la vie de l'organisme vivant.

➲ L'eau et le métabolisme:

La vie des êtres vivants dépend d'un ensemble de réactions biochimiques continues qui se déroulent dans leurs cellules en présence d'eau. Parmi ces réactions figurent les "processus métaboliques".

Les processus métaboliques se divisent en processus de dégradation (catabolisme) et processus de construction (anabolisme). Dans les processus de catabolisme, les liaisons chimiques entre les atomes des molécules complexes sont brisées pour libérer l'énergie qui y est stockée. Un exemple de processus de catabolisme est la dégradation du glucose pendant la respiration cellulaire en dioxyde de carbone et eau pour produire de l'énergie.

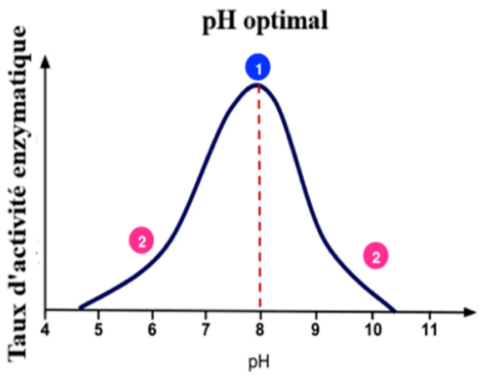
Dans les processus d'anabolisme, des grandes molécules complexes sont formées à partir de molécules simples avec consommation d'énergie. Des exemples de processus d'anabolisme: la photosynthèse et la synthèse des protéines à partir d'acides aminés.



(Figure 1-28) : Enzyme en tant que catalyseur

Pour que les processus métaboliques se produisent dans la cellule, ils nécessitent une énergie d'activation élevée pour initier la réaction. L'énergie d'activation est la quantité minimale d'énergie nécessaire pour initier une réaction chimique. Certaines substances, comme les enzymes, agissent pour réduire l'énergie d'activation nécessaire à commencer la réaction à des niveaux plus bas et sont appelées catalyseurs ou activateurs.

Les enzymes sont composées de substances protéiques spécialisées qui augmentent la vitesse des réactions chimiques dans les cellules des organismes vivants. Les enzymes fonctionnent par un mécanisme appelé « serrure et clé », où le site actif de l'enzyme se lie spécifiquement à la substance sur laquelle l'enzyme agit (le substrat), ce qui aide à convertir le substrat en produits de réaction plus efficacement. Après la réaction, l'enzyme reste inchangée, prête à catalyser une autre réaction du même type.



(Figure 1- 29) Courbe d'activité enzymatique

Chaque enzyme possède une température et un degré d'acidité (pH) optimaux auxquels elle fonctionne le plus efficacement. Si la température ou le pH s'écarte au-dessus ou en dessous de ces valeurs optimales, l'activité de l'enzyme diminue progressivement jusqu'à s'arrêter complètement.

Exercices

Premièrement – Questions à choix multiples

➲ **Choisis la bonne réponse:**

(1) Si un organisme vivant possède son matériel génétique libre dans le cytoplasme et n'a pas de mitochondries, alors cet organisme est :

a. Procaryote b. Eucaryote
c. Plante d. Animal

(2) Lequel des énoncés suivants relie correctement l'eau et les réactions métaboliques?

a. L'eau emmagasine directement l'énergie
b. L'eau est un milieu pour les réactions biochimiques
c. L'eau arrête l'activité enzymatique
d. L'eau forme la membrane plasmique

(3) Lequel des facteurs suivants ralentit directement l’activité enzymatique?

a. Augmenter le nombre de mitochondries
b. Élever la température au-dessus de la limite optimale
c. Disponibilité de molécules de substrat en abondance.
d. Augmenter la taille de la vacuole

(4) Si la membrane nucléaire a été retirée d’une cellule eucaryote, elle ressemblera, par cette propriété aux : ...

a. Bactéries b. Protistes
c. Champignons d. Algues multicellulaires

(5) Le dysfonctionnement des mitochondries dans la cellule conduit directement à : ...

a. Arrêt de la synthèse des protéines
b. Diminution de la production d'ATP
c. Échec de la division cellulaire
d. Arrêt de la transpiration

Deuxièmement : Les questions ouvertes

(6) Explique : L’eau aide les organismes vivants à maintenir des températures internes stables malgré les fluctuations externes.

1-6 Les adaptations biologiques des organismes vivants dans l’environnement aquatique

Dans les milieux aquatiques, qu’il s’agisse d’océans profonds ou de lacs peu profonds, chaque organisme vivant possède un ensemble d’adaptations qui l’aident à se reproduire et à survivre selon les différentes conditions telles que les variations de température, l’augmentation de la salinité, etc. Dans cette leçon, nous étudierons les types d’adaptations.

L’adaptation fait référence aux caractéristiques comportementales ou physiques d’un organisme vivant qui l’aident à mieux survivre dans son écosystème. Les types d’adaptations chez les organismes vivants se classent en :

1. Adaptations structurelles (anatomiques)
2. Adaptations comportementales
3. Adaptations physiologiques (fonctionnelles)

Premièrement : Les adaptations structurelles:

Les adaptations structurelles comprennent les modifications dans la structure et la forme des parties de l’organisme vivant, qui l’aident à survivre dans son environnement.

Parmi les adaptations structurelles générales des poissons, on trouve :

le corps fusiforme qui réduit la résistance de l’eau au mouvement du poisson, les nageoires qui représentent les organes de locomotion, les écailles qui recouvrent le corps, le mucus qui agit comme un agent hydrophobe et réduit la résistance de l’eau au déplacement du poisson et les branchies qui leur permettent d’extraire l’oxygène dissous dans l’eau.

Figure (1-30)
Adaptations structurelles des poissons

Les poissons osseux possèdent une vessie natatoire ou sac flottant qui les aide à flotter dans l’eau. De plus, les poissons vivant dans les profondeurs océaniques ont des yeux très grands pour pouvoir voir dans l’obscurité, et leurs corps sont comprimés pour supporter la très forte pression des eaux profondes. Un exemple de poissons des grandes profondeurs est le *Icefish* (poisson de glace comprimé) qui vit dans les océans froids du Sud, à des profondeurs pouvant atteindre 2000 mètres.

Figure (1-31)
Poisson des glaces (Poisson-glace)

Il est bien connu que les dauphins sont des mammifères, mais ils diffèrent structurellement des mammifères terrestres. Ils ont une forme hydrodynamique et des nageoires au lieu de jambes pour les aider à nager, ainsi que des évents (orifices respiratoires) situés au sommet de leur tête au lieu du nez, ce qui leur permet de respirer l'air atmosphérique.

Figure (1-32)
Adaptations structurelles du dauphin

Deuxièmement : les adaptations comportementales:

Les adaptations comportementales comprennent des actions ou des comportements spécifiques, qu'ils soient hérités ou acquis, qui aident les êtres vivants à faire face aux conditions difficiles ou à mieux exploiter les ressources disponibles. Par exemple, les baleines émettent des sons qui leur permettent de communiquer et de chasser leurs proies, et certains poissons migrent entre les eaux douces et les eaux salées pour se reproduire et survivre, comme le saumon.

Figure (1-33)
Adaptations comportementales des baleines

Lorsque les œufs de saumon éclosent, leurs petits passent la première période de leur vie en eau douce, s'adaptant à cet environnement. Ensuite, le saumon juvénile migre vers la mer où il passe la majeure partie de sa vie adulte. Lorsqu'il atteint la maturité sexuelle, il commence à retourner vers les rivières où il est né afin de se reproduire.

Figure (1-34) Migration du saumon

Troisièmement : les adaptations physiologiques (fonctionnelles):

Les êtres vivants dans l'environnement aquatique ont développé des adaptations physiologiques particulières, c'est-à-dire des modifications dans la manière d'accomplir leurs fonctions vitales qui leur permettent de survivre dans leur milieu. Par exemple, certains poissons vivant dans les profondeurs océaniques possèdent des capacités spéciales pour réguler la respiration en conditions de faible teneur en oxygène, où ils peuvent ralentir leur métabolisme afin de réduire leurs besoins en oxygène. Ils ont également la capacité d'ajuster efficacement leur pression sanguine pour qu'elle reste proportionnelle à la forte pression exercée

sur eux, en plus la présence d'artères et de veines solides et résistantes pour supporter cette pression.

Parmi les exemples célèbres d'adaptations structurelles et physiologiques des poissons des grandes profondeurs figure le poisson vipère (Viper Fish), que l'on trouve dans les zones tropicales des principaux océans. Ce poisson se caractérise par la flexibilité de son squelette osseux lui permettant de supporter la forte pression des profondeurs. De plus, il possède des concentrations élevées d'hémoglobine dans le sang, ce qui lui permet de s'adapter aux faibles niveaux d'oxygène en profondeur.

Figure (1-35) Poisson-vipère

Tu as appris qu'une solution plus concentrée a une pression osmotique plus élevée qu'une solution moins concentrée, ce qui provoque le déplacement de l'eau de la solution la moins concentrée. La pression osmotique des organismes aquatiques diffère de celledu milieu environnant, qu'il s'agisse d'eau douce ou d'eau salée. Par conséquent, ces organismes s'adaptent à la variation de la pression osmotique .

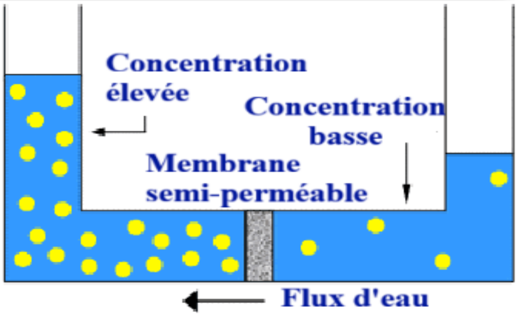


Figure (1-36) la pression osmotique

Adaptation physiologique des organismes e d'eau douce au faible pression osmotique:

dans ce cas, de grandes quantités d'eau douce pénètrent dans le corps de ces organismes. Pour éviter que leur corps n'éclate, ils éliminent l'excès d'eau. Les organismes unicellulaires, tels que l'amibe, la paramécie et l'euglène, possèdent une structure cellulaire appelée vacuole contractile, qui collecte l'eau en surplus puis la pousse vers la membrane cellulaire pour l'évacuer hors de la cellule, comme illustré sur la figure (1- 37).

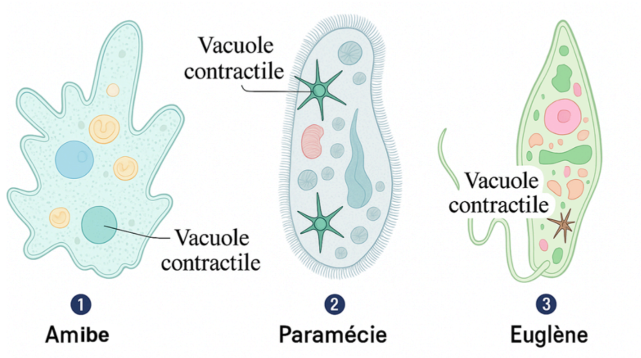


Figure (1-37) Organismes unicellulaires

Quant aux organismes multicellulaires, tels que les poissons, ils éliminent l’excès d’eau par les reins sous forme d’urine diluée.

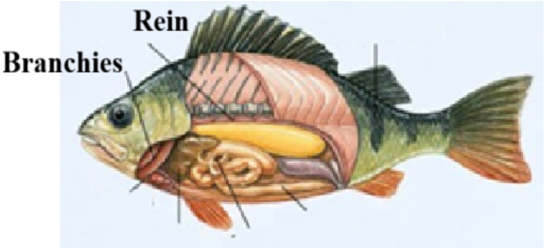


Figure (1-38) Le rein des poissons

➲ Adaptation physiologique des organismes marins à la pression osmotique élevée:

La plupart des poissons vivant en eau salée doivent avaler de grandes quantités d’eau de mer pour compenser l'eau perdue par osmose. Ils éliminent ensuite l’excès de sels par les reins et par des cellules spécialisées situées dans les branchies.

Les requins maintiennent l'équilibre hydrique (de l'eau) l et salin dans leur corps d'une manière différente : ils retiennent une forte concentration d'urée (un composé azoté excrété dans l'urine de nombreux animaux) dans leur sang, ce qui augmente leur pression osmotique pour la rapprocher de celle de l'eau environnante. Cela permet de réduire la perte d'eau de leur corps.

Activité

Analyse de la relation entre les adaptations biologiques et le milieu aquatique:

Effectue des recherches sur Internet pour identifier et expliquer les adaptations biologiques présentes chez Le poisson-lion (ou Rascasse volante) et La Pieuvre mimétique (ou Pieuvre imitateuse).

La Pieuvre mimétique

Le poisson-lion

Exercices

Premièrement – Questions à choix multiples

➲ Choisis la bonne réponse:

(1) Laquelle des adaptations suivantes est considérée comme une adaptation physiologique chez les poissons océaniques?

a) Corps comprimé
b) Artères fortes
c) Augmentation de la pression sanguine
d) Branchies de grande taille

(2) Laquelle des adaptations suivantes permet aux poissons des grandes profondeurs de faire face à une carence en oxygène?

a) Ralentissement du taux métabolique
b) Corps comprimé
c) Augmentation de la concentration de sel dans les cellules
d) Vaisseaux sanguins forts

(3) Quel type d'adaptation osmotique trouve-t-on chez le saumon?

a) Adaptation comportementale
b) Adaptation physiologique
c) Adaptation structurelle
d) Adaptation physiologique et structurelle

(4) Parmi les adaptations des poissons des grandes profondeurs:

Adaptation (I) : Artères et veines fortes.

Adaptation (II) : Capacités spéciales pour réguler la respiration en conditions de carence d'oxygène.

Dans le tableau suivant, quel est le type d'adaptation de (I) et (II) respectivement?

Choix	Adaptation (I)	Adaptation (II)
a	Adaptation physiologique	Adaptation structurelle
b	Adaptation structurelle	Adaptation physiologique
c	Adaptation physiologique	Adaptation physiologique
d	Adaptation structurelle	Adaptation structurelle

(5) La figure montre la migration du saumon, qui est considérée comme:

a) Une adaptation uniquement comportementale
b) Une adaptation uniquement fonctionnelle
c) Une adaptation à la fois comportementale et fonctionnelle
d) N'est pas considérée comme une adaptation

6- Les poissons des glaces (Icefish) vivent à des profondeurs de.......

a) 2 km
b) 20 km
c) 200 km
d) 2000 km

7- La forme hydrodynamique (fusiforme), le mucus et les écailles chez les poissons aident à réduire la résistance de l'eau à leur mouvement. Ceci est considéré comme une adaptation _____ :

a) Comportementale
b) Fonctionnelle
c) Structurelle
d) Osmotique

8- Quelle est l'importance de la vessie natatoire chez les poissons osseux ?

a) Elle aide à la flottabilité.
b) Elle améliore la capacité du poisson à extraire l'oxygène.
c) Elle réduit la résistance de l'eau à leur mouvement.
d) Elle permet aux poissons de résister à la haute pression des profondeurs.

Deuxièmement : Les questions ouvertes

9- Comment les poissons des grandes profondeurs s'adaptent-ils à chacun de ce qui suit et quel type d'adaptation s'agit-il dans chaque cas ?

a) Le manque d'oxygène
b) La pression élevée
c) Le manque de lumière

10- Les adaptations physiologiques nécessitent que des adaptations structurelles se produisent. Donne un exemple.

11- Quels défis les poissons d'eau profonde rencontrent-ils ? Et comment s'y adaptent-ils structurellement ?

12- Quel est l'effet de l'eau douce sur la pression osmotique des cellules des organismes d'eau douce ? Et comment ces organismes réagissent-ils à cet effet ?

1-7 L'impact des gaz atmosphériques sur les environnements aquatiques

Dans les chapitres précédents, nous avons étudié les propriétés de l'eau pure et les propriétés des solutions mixtes, et nous avons compris leur importance pour les processus vitaux à l'intérieur de la cellule vivante. Nous avons également abordé la manière dont les organismes aquatiques ont développé des adaptations spécifiques leur permettant de s'ajuster à ces propriétés et d'assurer la continuité de leur vie.

Nous passons maintenant à l'étude des facteurs externes qui influencent les milieux aquatiques, et par conséquent les organismes vivants qui y habitent. Parmi ces facteurs : l'effet de la dissolution des gaz atmosphériques dans l'eau, la pénétration de la lumière et du rayonnement solaire à travers l'eau, ainsi que l'effet de la pression à l'intérieur de l'eau.

L'oxygène et le dioxyde de carbone dans l'environnement aquatique

Il est naturel que les rivières et les mers contiennent des niveaux suffisants des gaz oxygène et dioxyde de carbone nécessaires à la continuité de la vie aquatique.

➲ Sources d'oxygène dans l'environnement aquatique

L'air atmosphérique est la source principale d'oxygène dans l'eau, où l'oxygène se dissout en faible proportion. Dans les mers et les océans, une plus grande quantité d'oxygène se dissout dans l'eau en raison des vagues et de l'agitation dans l'océan, ce qui augmente le taux d'échange des gaz entre l'atmosphère et l'eau.

Figure (1-39) Les vagues augmentent la solubilité des gaz.

De plus, le phytoplancton, les algues et les plantes aquatiques contribuent, par le processus de photosynthèse, à la production d'oxygène dans l'eau.

L'oxygène dissous dans l'eau joue un rôle important dans la production de l'énergie nécessaire aux organismes marins pour réaliser diverses fonctions vitales. Cela se fait par l'oxydation des molécules de glucose, la principale source d'énergie durant la respiration cellulaire, processus connu sous le nom de catabolisme, l'une des deux voies du métabolisme.

➲ Sources de dioxyde de carbone dans le milieu aquatique

L'atmosphère est la source principale de dioxyde de carbone (CO_2) dans l'eau, où s'effectue un échange de CO_2 entre l'atmosphère et l'eau.

Les organismes marins produisent du dioxyde de carbone qui se dissout dans l'eau environnante comme déchet de l'une des deux voies du métabolisme (catabolisme), s'ajoutant à une quantité de gaz dissous provenant des activités humaines telles que la pollution industrielle et la décomposition des matières organiques transportées par les eaux usées agricoles.

Les plantes aquatiques et la plupart des algues obtiennent le dioxyde de carbone grâce à une propriété physique appelée diffusion, où le gaz CO_2 passe d'un milieu à concentration plus élevée du gaz vers les cellules vivantes où sa concentration est plus faible.

Le gaz CO_2 est considéré comme un élément clé dans la formation des matières organiques comme les glucides, tels que le glucose, comme le montre l'équation chimique suivante :

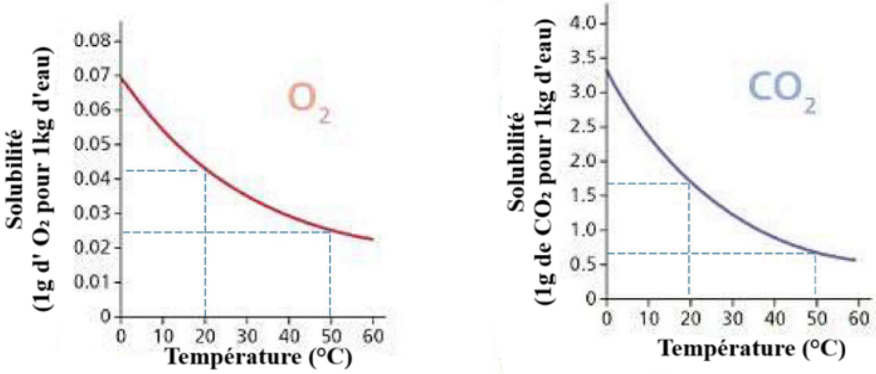
$$6\ CO_2 + 12\ H_2O \xrightarrow[\text{Lumière du soleil}]{\text{Chlorophylle}} C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O + 6\ O_2\uparrow$$

Solubilité des deux gaz dans l'eau

La solubilité est la capacité d'un soluté à se dissoudre dans un solvant pour former une solution homogène à une température et une pression spécifiques. Elle peut également être définie comme la quantité maximale de soluté requise dans un certain volume de solvant pour former une solution saturée et stable à une température et une pression données. La solubilité est influencée par plusieurs facteurs, tels que la température, la pression et la nature des matériaux.

$$\text{Solubilité} = \frac{\text{Masse du gaz dissous}}{\text{Volume de la solution}}$$

La concentration de gaz oxygène dans l'air est environ 500 fois plus élevée que celle du dioxyde de carbone, mais la solubilité de l'oxygène dans l'eau est environ 50 fois inférieure à celle du dioxyde de carbone. La solubilité des deux gaz dans l'eau salée océanique est environ 20 à 30 % plus faible que leur solubilité dans l'eau douce.



(Figure 1-40) Relation entre la solubilité des deux gaz O_2 et CO_2 dans l'eau et la température.

En général, la solubilité des deux gaz diminue à des températures plus élevées. Lorsque la température augmente, le pourcentage de dioxyde de carbone dissous dans l'eau diminue, mais à un rythme plus rapide que le pourcentage d'oxygène dissous dans l'eau.

Les deux graphiques ci-dessus illustrent la relation entre la solubilité de l'oxygène et du dioxyde de carbone dans l'eau douce à différentes températures sous la composition naturelle de l'air atmosphérique. On remarque qu'avec une augmentation de la température de 20 °C à 50 °C, la solubilité du CO_2 dans l'eau diminue davantage que celle de l'O_2 dans l'eau.

Effet de l'augmentation du taux de gaz oxygène dissous dans l'eau :

1-Renforcement de la respiration : Les organismes aquatiques dépendent de l'oxygène dissous dans l'eau pour leur respiration. Une augmentation de la quantité d'oxygène dans l'eau améliore leur capacité respiratoire.

Figure (1-41) Les organismes aquatiques dépendent de l'oxygène dissous dans l'eau

2- Amélioration du métabolisme : Des niveaux élevés d'oxygène dissous peuvent soutenir les processus métaboliques des organismes aquatiques, favorisant ainsi leur croissance.

3- Augmentation de l'activité : Des niveaux suffisants d'oxygène dissous stimulent les organismes aquatiques à être plus actifs dans la nage, la chasse et la reproduction.

4- Maintien de l'équilibre de l'écosystème : Un équilibre sain de l'oxygène dissous dans l'eau est crucial pour préserver un écosystème aquatique stable en soutenant une diversité d'espèces de poissons, d'invertébrés et de plantes.

Activité de recherche

Recherche dans différentes sources les facteurs qui conduisent à une diminution de la proportion de gaz oxygène dans l'eau, et les conséquences de la baisse de sa concentration.

Effet de l'augmentation du taux de dioxyde de carbone dans l'eau sur les organismes aquatiques :

Une augmentation du taux de dioxyde de carbone (CO_2) dans l'eau peut avoir plusieurs effets négatifs sur les organismes aquatiques, notamment :

1. Acidification : Lorsque les niveaux de dioxyde de carbone sont élevés dans l'atmosphère, ce gaz se dissout davantage dans l'eau, ce qui entraîne une augmentation de la formation d'acide carbonique (H_2CO_3). Cette acidification est nuisible à de nombreuses espèces aquatiques, en particulier celles traversant des stades sensibles de leur cycle de vie, comme les œufs et les larves, en raison de la baisse du pH (valeur du pH).
2. Affaiblissement de la respiration : Des niveaux élevés de dioxyde de carbone dans l'eau peuvent réduire la concentration d'oxygène dissous, élément essentiel à la respiration des organismes aquatiques.
3. Affaiblissement du soutien structurel : Le soutien structurel chez les êtres vivants se divise en deux types :

a. Le soutien externe : C'est celui qui forme le squelette externe des êtres vivants, comme le corail (parmi les cnidaires), les huîtres (parmi les mollusques) et les oursins (parmi les échinodermes). Ce soutien offre protection et soutien au corps de l'animal. Ces organismes dépendent du processus de calcification par la précipitation de carbonate de calcium pour former leurs coquilles ou leurs structures osseuses, tandis que le squelette externe de certains crustacés, comme les crevettes, est constitué de chitine.

(Figure 1-42) Huître avec un squelette externe.

L'augmentation de la concentration de dioxyde de carbone dans l'eau transforme le carbonate de calcium, peu soluble dans l'eau, en bicarbonate de calcium soluble, ce qui réduit le processus de calcification et entrave ainsi la capacité de ces organismes à construire ou à maintenir leurs structures.

b. Le soutien interne, qui constitue le squelette interne des organismes aquatiques tels que les poissons et les mammifères marins (comme les dauphins et les baleines). Ce squelette interne est généralement osseux, composé principalement de phosphate de calcium et de collagène, comme chez les poissons osseux (par exemple, les poissons tilapia et les raies).

L'augmentation du dioxyde de carbone affecte l'équilibre du calcium dans le corps des poissons, ce qui affaiblit leur croissance.

Effets de la diminution de la concentration de dioxyde de carbone dans l'eau sur les organismes aquatiques:

1. Diminution de l'efficacité du processus de photosynthèse et réduction de la production d'énergie : Les plantes et les algues aquatiques ont besoin de dioxyde de carbone pour réaliser la photosynthèse. Une baisse de la disponibilité du dioxyde de carbone dans l'eau entraîne une diminution de la formation de sucres et une réduction de la production d'énergie.

2.Impact sur les chaînes alimentaires : La diminution des niveaux de dioxyde de carbone dans l'eau réduit la production de sucres tels que le glucose, limitant ainsi les réserves d'énergie chez les organismes producteurs comme le phytoplancton et les algues. Par conséquent, la quantité d'énergie disponible pour les organismes situés aux niveaux supérieurs des chaînes alimentaires diminue.

3. Déséquilibre du pH de l'eau : les faibles concentrations de dioxyde de carbone peuvent entraîner une augmentation du pH de l'eau, ce qui affecte négativement les espèces sensibles adaptées à une certaine gamme de pH.

Exercices

Premièrement – Questions à choix multiples

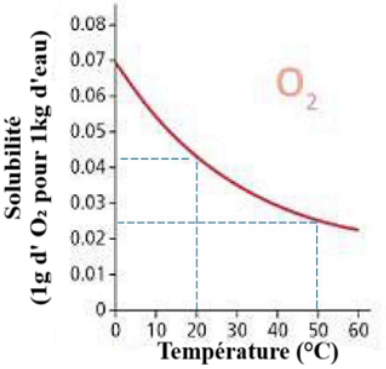
➲ Choisis la bonne réponse:

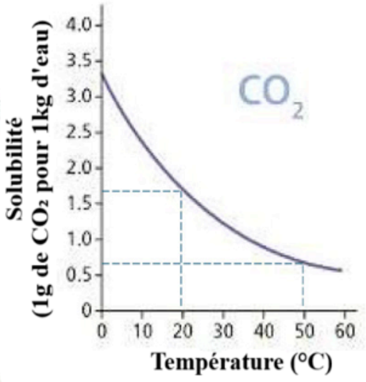
1. Tout ce qui suit est une source de dioxyde de carbone dissous dans l'eau, sauf........

   a) L'atmosphère b) Les organismes marins

   c) La décomposition de la matière organique d) La photosynthèse

2. Analyse les deux graphiques suivants.





D'après les graphiques, il est clair qu'en augmentant la température...

   a) La solubilité de CO_2 diminue avec un taux plus élevé que celle de H_2O

   b) La solubilité de H_2O diminue avec un taux plus élevé que celle de CO_2

   c) La solubilité de CO_2 et de H_2O diminue avec le même taux.

   d) La solubilité de CO_2 et de H_2O augmente avec le même taux.

3) L'augmentation du taux de gaz CO_2 dans l'eau entraîne.......

   a) L'augmentation de l'acidification de l'eau et l'augmentation de la calcification des coraux

   b) L'augmentation de l'acidification de l'eau et la diminution de la calcification des coraux

   c) La diminution de l'acidification de l'eau et l'augmentation de la calcification des coraux

   d) La diminution de l'acidification de l'eau et la diminution de la calcification des coraux

4) Lequel des éléments suivants provoque une diminution du pH de l'eau ?

a) Augmentation de CO_2 dissous dans l'eau

b) Augmentation de O_2 dissous dans l'eau

c) Diminution de CO_2 dissous dans l'eau

d) Diminution de O_2 dissous dans l'eau

5) Lorsque le dioxyde de carbone se combine avec l'eau, il produit un acide appelé...

a) H_2CO_2

b) H_2CO_3

c) H_2CO_4

d) H_2CO_5

6) Une augmentation de la solubilité du dioxyde de carbone dans l'eau entraîne la transformation de...

a) Carbonate de calcium insoluble en eau en bicarbonate de calcium soluble dans l'eau

b) Carbonate de calcium soluble dans l'eau en bicarbonate de calcium insoluble dans l'eau

c) Bicarbonate de calcium insoluble dans l'eau en carbonate de calcium soluble dans l'eau

d) Bicarbonate de calcium soluble dans l'eau en carbonate de calcium insoluble dans l'eau

Deuxièmement : Les questions ouvertes

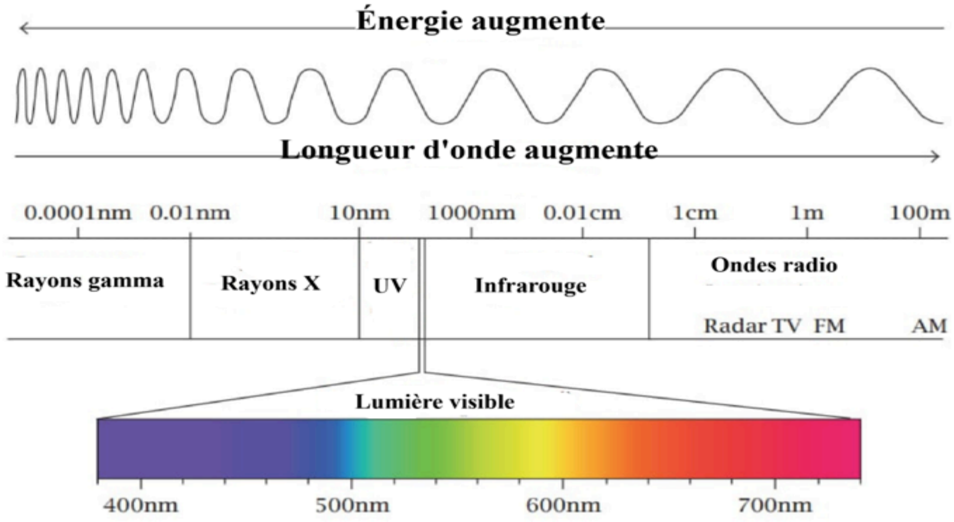
7. Compare entre l'acidification et la calcification en termes de cause de chacune, liée à la proportion de gaz CO_2 dissous dans l'eau ?

1-8 Effet de la lumière et du rayonnement solaire sur les milieux aquatiques

Figure 1-43 : Transmission du rayonnement solaire dans l'eau

Imaginez que vous plongez dans la mer et que vous observez comment l'intensité de la lumière change à mesure que vous descendez plus profondément dans l'eau. Vous vous êtes peut-être demandé : comment cela affecte-t-il les organismes vivants qui habitent les profondeurs ? Comment la lumière dans les différentes couches d'eau influence-t-elle la photosynthèse ? Quel est le rôle du rayonnement solaire dans le maintien de l'équilibre écologique des océans ?

La lumière (spectre) visible fait partie du spectre électromagnétique. ,Le spectre électromagnétique se propage sous la forme d'ondes électromagnétiques qui diffèrent les unes des autres par leur longueur d'onde (λ) et leur fréquence (ν). (Figure 1-44)



(Figure 1-44) : Le spectre électromagnétique

et la lumière visible en constitue une petite partie. La lumière visible est composée de différentes longueurs d'onde connues sous le nom de couleurs du spectre, qui sont, dans l'ordre : rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo et violet.

Le rayonnement solaire dans l'eau :

Le rayonnement solaire est la principale source d'énergie sur Terre et influence directement les différentes couches d'eau. Lorsque la lumière du soleil pénètre la surface de l'eau, une partie est absorbée par l'eau elle-même, les matières en suspension et les plantes aquatiques, tandis qu'une autre partie est diffusée en pénétrant dans les profondeurs.

(Figure 1-45) : Pénétration du rayonnement solaire dans l'eau.

➲ Les zones photiques dans les eaux océaniques

Lorsque les rayons du soleil frappent les eaux de l'océan, la surface de l'eau réfléchit une partie de ces rayons vers l'atmosphère. La quantité d'énergie qui traverse la surface de l'eau dépend de l'angle d'incidence des rayons solaires sur cette surface. La quantité de lumière pénétrant dans l'eau est importante lorsque les rayons du soleil tombent perpendiculairement à la surface. En revanche, elle diminue lorsque les rayons solaires frappent la surface sous un angle oblique.

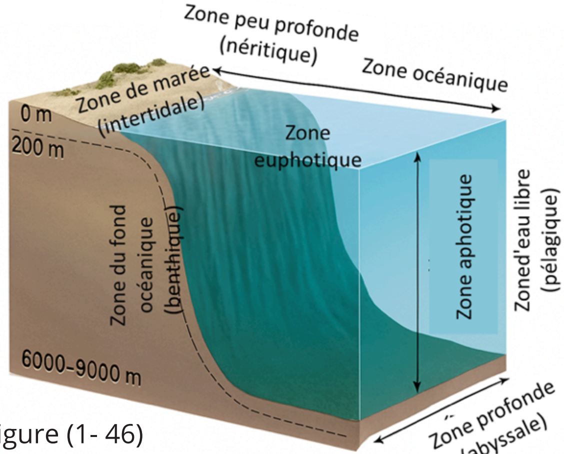


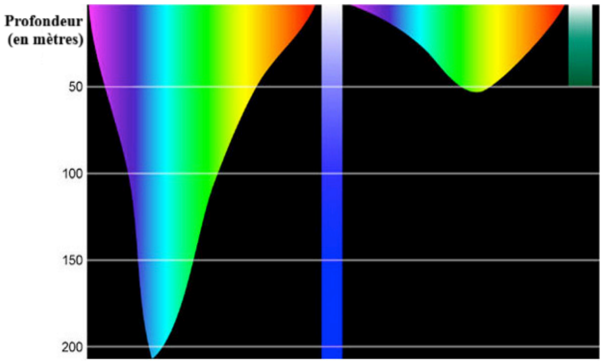
Figure (1- 46)
Classification des zones en milieu marin ou Zonage du milieu marin

Plus la profondeur de l’eau augmente, plus l’intensité lumineuse diminue progressivement. Ce gradient lumineux délimite différentes zones dans les océans telles que la zone éclairée (zone superficielle), la zone crépusculaire (zone de profondeur moyenne) et la zone obscure (grands fonds). Les organismes marins vivent dans chacune de ces zones en fonction de leur capacité à s’adapter à la quantité de lumière disponible.

Absorption du rayonnement solaire dans l'eau

L'eau absorbe presque toute l'énergie des rayons infrarouges de la lumière solaire à une profondeur de 10 centimètres sous la surface. À une profondeur de 10 mètres, l'eau absorbe plus de 50 % de l'énergie de la lumière visible. Même dans les eaux tropicales claires, seulement environ 1 % de la lumière visible – principalement dans la gamme du bleu – atteint une profondeur de 100 mètres.

Au fur et à mesure que les différentes couleurs du spectre lumineux pénètrent dans les eaux océaniques, l'eau absorbe les couleurs chaudes, telles que le rouge et l'orange (à longue longueur d'onde), et diffuse les couleurs plus froides (à courtes longueurs d'onde). La figure illustre la différence de pénétration de la lumière entre les eaux côtières peu profondes et les eaux profondes de l'océan ouvert.



Pénétration de la lumière dans les eaux océaniques

Pénétration de la lumière dans les eaux peu profonde

Figure (1- 47)

Effet du rayonnement solaire sur les milieux aquatiques

Le rayonnement solaire est un facteur vital pour le maintien de l'équilibre écologique dans les milieux aquatiques. Il influence non seulement la photosynthèse, qui constitue la base de la vie marine, mais affecte également directement la température de l'eau et la répartition des organismes marins.

Rayonnement solaire et distribution des organismes marins:

Les organismes marins se répartissent de manière variable dans les eaux selon leurs besoins en lumière et en énergie, dépendant de la nutrition autotrophe (nutrition par photosynthèse). Les organismes autotrophes tels que le phytoplancton, les plantes aquatiques, les algues et les planctons végétaux sont abondants dans les couches superficielles de l'eau, où le rayonnement solaire est disponible en quantités suffisantes.

Dans les eaux claires, les algues et les plantes aquatiques poussent bien jusqu'à une profondeur de 100 mètres, et elles se trouvent plus près de la surface dans les eaux troubles (qui contiennent des sédiments ou du phytoplancton).

Les récifs coralliens prospèrent dans les eaux chaudes et peu profondes près de l'équateur, où le rayonnement solaire est disponible toute l'année. Ce rayonnement stimule la croissance des algues symbiotiques qui vivent à l'intérieur des tissus du corail et lui fournissent de la nourriture.

Effet du rayonnement solaire sur les températures de l'eau :

Le rayonnement solaire influence directement les températures de l'eau, ce qui affecte la répartition des organismes marins. Les eaux chaudes résultant du rayonnement solaire dans les zones tropicales attirent certaines espèces de poissons et d'animaux marins qui nécessitent des températures spécifiques pour survivre et se reproduire. Par exemple, les poissons tropicaux tels que le thon et le barracuda vivent dans les eaux chaudes, tandis que d'autres espèces, comme la morue, préfèrent les eaux froides situées plus loin de l'équateur.

Effet des variations de l'intensité du rayonnement solaire:

Les variations de l'intensité du rayonnement solaire dues aux changements saisonniers ou au changement climatique peuvent entraîner des perturbations de l'équilibre écologique. Par exemple, dans les régions polaires, où le rayonnement solaire est faible ou absent pendant les périodes hivernales, les taux de photosynthèse diminuent considérablement, ce qui affecte la disponibilité de la nourriture pour les organismes marins.

Effet du rayonnement solaire sur les courants océaniques:

Le rayonnement solaire contribue également à la formation des courants océaniques, qui influencent la répartition de la vie marine et rendent certaines zones riches en ressources alimentaires. Par exemple, le Gulf Stream transporte des eaux chaudes de l'équateur vers le nord de l'océan Atlantique, ce qui conduit à un climat tempéré dans des régions comme l'Europe de l'Ouest (occidentale) et renforce la diversité de sa vie marine.

Exercices

Premièrement – Questions à choix multiples

➲ Choisis la bonne réponse:

1) Plus la profondeur de l'eau augmente, l'intensité de la lumière sous la surface de l'eau ....
   a) augmente progressivement
   b) diminue progressivement
   c) diminue puis augmente
   d) augmente puis diminue

2) Laquelle des affirmations suivantes représente l'ordre correct des zones lumineuses dans l'eau selon leur profondeur, de haut en bas ?
   a) Zone crépusculaire – Zone sombre – Zone éclairée
   b) Zone sombre – Zone éclairée – Zone crépusculaire
   c) Zone éclairée – Zone crépusculaire – Zone sombre
   d) Zone crépusculaire – Zone éclairée – Zone sombre

3) La quantité de lumière qui pénètre la surface de l'eau est maximale lorsque l'angle formé entre les rayons du soleil incidents et la surface de l'eau est égal à ....
   a) 0° b) 45°
   c) 90° d) 120°

4) Parmi les couleurs lumineuses suivantes, laquelle voit son énergie absorbée en premier après avoir traversé la surface d'une étendue d'eau ?
   a) Rouge et bleu
   b) Orange et bleu
   c) Orange et rouge
   d) Rouge et jaune

5) Laquelle des affirmations suivantes est correcte ?
   a) La profondeur de l'eau affecte uniquement l'absorption de la lumière
   b) La profondeur de l'eau affecte uniquement l'intensité de la lumière
   c) La profondeur de l'eau affecte à la fois l'absorption et l'intensité de la lumière
   d) La profondeur de l'eau n'affecte ni l'absorption ni l'intensité de la lumière

6) Le processus de photosynthèse se produit principalement dans les couches .... des plans d'eau.

a) superficielles

b) de profondeur moyenne

c) profondes

d) abyssales

Deuxièmement : Les questions ouvertes

7) Commente :

a) Le processus de photosynthèse se produit principalement dans les couches superficielles des plans d'eau.

b) Le rayonnement solaire est un facteur vital pour le maintien de l'équilibre écologique dans les milieux aquatiques.

c) Les algues et le phytoplancton (organismes végétaux flottants) abondent dans les couches superficielles des plans d'eau.

d) Les récifs coralliens prospèrent dans les eaux chaudes et peu profondes près de l'équateur.

1-9 L'effet de la pression hydrostatique sur les êtres vivants

Les organismes vivant dans les profondeurs des océans sont confrontés à un environnement extrême qui exige des adaptations uniques pour survivre, notamment la capacité de vivre sous une pression hydrostatique énorme. Comment cette pression influence-t-elle les êtres vivants des grandes profondeurs? Et comment les adaptations physiologiques aident-elles ces organismes à vivre sous l'effet de cette pression écrasante ?

Les fluides sont des substances qui se caractérisent par leur capacité à s'écouler, et comprennent les liquides et les gaz. Alors que les gaz se distinguent par leur compressibilité facile et leur aptitude à occuper tout espace disponible, les liquides résistent à la compression et conservent ainsi un volume pratiquement constant.

La pression en un point à l'intérieur d'un liquide au repos

Un liquide exerce, en tout point de son intérieur, une pression égale au poids de la colonne de liquide qui se trouve au-dessus de ce point et qui agit sur l'unité de surface entourant ce point. Si un corps se trouve en ce point, il subit une force due à cette pression, perpendiculaire à sa surface.

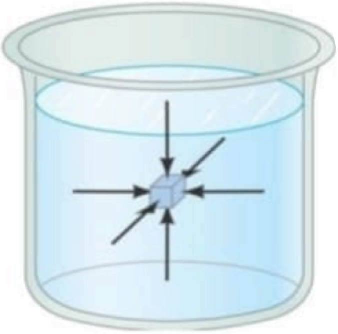


Figure (1-48) Les forces de pression sur un corps plongé dans un liquide

La force pressante exercée sur un corps – exprimée en newtons – en raison de sa présence dans un liquide se calcule selon la relation : $F = P \times A$

(Figure 1-48) Les forces pressantes sur un corps plongé dans un liquide.

où P est la pression en ce point (en N/m^2) et A est la surface soumise à cette pression (en m^2).

La pression hydrostatique (pression de l'eau)

La pression hydrostatique est la pression exercée par l'eau en tout point situé sous sa surface. Cette pression augmente avec la profondeur (h) à partir de la surface, en raison de l'augmentation du poids de la masse d'eau agissant sur l'unité de surface à ce point.

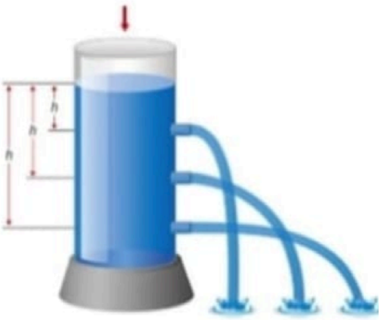


Figure (1-49) Variation de la pression en fonction de la profondeur

La pression dans l'eau augmente également avec la densité (ρ) de celle-ci. Ainsi, la pression de

l'eau à une profondeur donnée dans la mer est plus élevée que celle à la même profondeur dans un lac d'eau douce, où la proportion de sels et de particules en suspension est plus faible.

À la surface de la mer, la pression est égale à la pression atmosphérique (P). La pression atmosphérique normale est de , ce qui correspond à 1 atm ,ce qui équivaut à (1,013× 105N/m^2).

La pression de l'eau augmente d'environ une atmosphère tous les 10 mètres de profondeur. Par exemple, à 100 mètres de profondeur, la pression exercée par l'eau est d'environ dix fois la pression atmosphérique. Ainsi, la pression totale à cette profondeur équivaut à onze fois la pression atmosphérique. La pression totale exercée en un point est donc :

$$P = P_a + P_{eau}$$

Dans les grandes profondeurs marines, la pression devient inimaginable ; néanmoins, de nombreux organismes marins sont capables de s'adapter à cette élévation de la pression de l'eau.

L'effet de la pression sur les adaptations biologiques des organismes marins

➲ La vessie natatoire (sac de flottabilité)

Les organismes de surface: Les organismes qui vivent près de la surface de l'eau sont soumis à une pression relativement faible. Par conséquent, leur structure corporelle est moins robuste par rapport à celle des organismes vivant en profondeur.

Les organismes des profondeurs intermédiaires: À des profondeurs comprises entre 200 et 1000 mètres, les organismes marins sont plus spécialisés pour faire face à l'augmentation de la pression. Par exemple, certains poissons possèdent des vessies natatoires remplies de gaz, leur permettant de contrôler leur flottabilité, de maintenir leur équilibre dans l'eau ou encore de se déplacer entre différentes profondeurs lors de leurs migrations entre les mers et les rivières, comme c'est le cas des saumons.

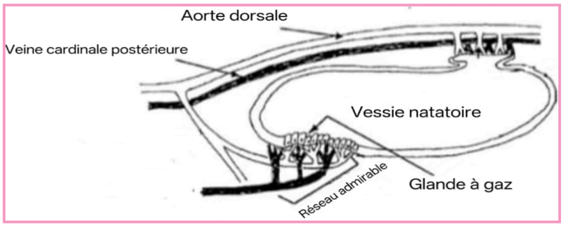


Figure 1-50 : La vessie natatoire

Les organismes des grandes profondeurs: Au-delà de 2000 mètres, la pression de l'eau devient extrêmement élevée. Les organismes vivants dans ces milieux présentent souvent des structures corporelles compactes ainsi que des protéines

et des fluides internes capables de résister à une telle pression. De plus, certains de ces organismes non.

Elles possèdent des vessies remplies de gaz afin d'éviter leur écrasement sous une telle pression, comme la raie.

Ou bien elles possèdent une vessie contenant des liquides au lieu de gaz et s'appuient sur un grand foie riche en huiles pour augmenter leur flottabilité et contrôler la profondeur.

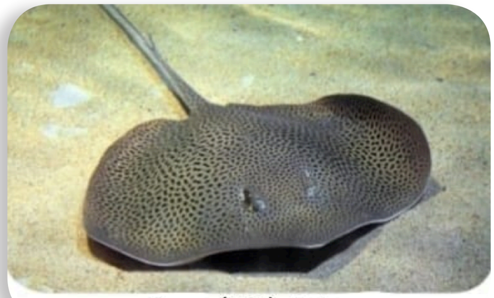


Figure (1-51) : Raie

➲ Le squelette osseux et cartilagineux

Les poissons osseux (bony fish ou Osteichthyes), tels que la perche du Nil (tilapia) et le mulet (mulet), se distinguent par la présence d'un squelette constitué d'os. Celui-ci offre un soutien solide au corps du poisson et assure sa stabilité face à différentes contraintes, comme le mouvement de l'eau ou la pression hydrostatique.

Figure (1-52) : un poisson osseux

➲ Les poissons cartilagineux

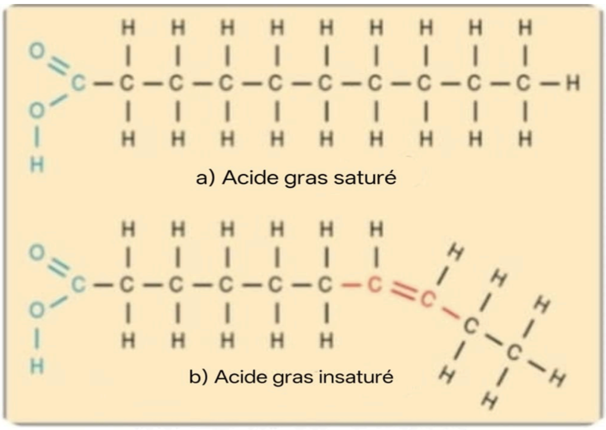
cartilaginous fish ou Chondrichthyes), tels que les requins et les raies, constituent un groupe de poissons qui se caractérisent par la présence d'un squelette cartilagineux au lieu d'un squelette osseux. Le cartilage est un tissu plus flexible et plus léger que l'os, ce qui confère aux poissons cartilagineux une souplesse qui les distingue des poissons osseux.

Figure (1-53) : Requin

➲ Les membranes cellulaires

Les poissons des grandes profondeurs ont développé des adaptations uniques au niveau des membranes de leurs cellules afin de résister à l'énorme pression des abysses. Cela s'accomplit par une augmentation des niveaux d'acides gras insaturés dans la composition de leurs membranes cellulaires.

Ces acides gras contribuent à maintenir la fluidité et la stabilité des membranes sous pression, ce qui empêche les cellules d'être endommagées.



La figure (1-54) est uniquement à titre de consultation

Exercices

Premièrement – Questions à choix multiples

➲ Choisis la bonne réponse:

1. Un liquide exerce une pression en tout point de sa masse, équivalente au poids de la colonne de liquide située au-dessus de ce point, rapportée à l'unité de surface. Cette pression dépend de la ...

   a) densité b) volume c) poids d) masse

2. La pression de l'eau augmente d'environ ... pour chaque 10 mètres sous la surface.

   a) un pascal b) dix pascals
   c) une atmosphère d) dix atmosphères

3. Quelle est la fonction principale de la vessie natatoire chez les poissons vivant dans les profondeurs intermédiaires ?

   a) produire de la chaleur pour maintenir la température du corps
   b) faciliter la digestion
   c) contrôler la flottabilité
   d) stocker l'oxygène pour la respiration

4. Comment les poissons vivant dans les grandes profondeurs s'adaptent-ils à la haute pression ?

   a) en augmentant la taille de la vessie natatoire
   b) en diminuant la densité de leur corps
   c) en augmentant la fréquence cardiaque
   d) en augmentant la taille des branchies

5. Quelle est l'importance des lipoprotéines dans les membranes cellulaires des organismes marins vivant en profondeur ?

   a) elles augmentent la rigidité des membranes
   b) elles augmentent la flexibilité des membranes
   c) elles augmentent la perméabilité des membranes
   d) elles réduisent la surface des membranes

Deuxièmement : Les questions ouvertes

6. Justifie les affirmations suivantes :

   a) La raie possède une vessie remplie de liquides plutôt que de gaz.
   b) Les organismes vivant dans les grandes profondeurs ont des structures corporelles compactes ainsi que des protéines et des fluides interne

7. Quel est le rôle de la vessie natatoire chez certains poissons osseux ?

1-10 L’équilibre écologique et le rôle de l’être humain dans la durabilité de la vie aquatique

Comment les activités humaines peuvent-elles affecter les écosystèmes aquatiques ?

Importance de l’équilibre écologique dans les écosystèmes aquatiques

L’équilibre écologique est un état de stabilité dynamique qui se produit lorsque les organismes vivants dans l’écosystème interagissent avec les éléments non vivants de manière à assurer la continuité de la vie.
Cet équilibre garantit le maintien de la balance entre les éléments nutritifs, la diversité des organismes

1. L’équilibre des éléments nutritifs: Dans les écosystèmes aquatiques comme les lacs et les rivières, il doit y avoir un équilibre dans les niveaux des éléments nutritifs tels que l’azote et le phosphore. Ces éléments sont nécessaires à la croissance des plantes et des algues, qui constituent la base de la chaîne alimentaire.

Si les quantités de nutriments augmentent de manière excessive, cela peut entraîner une prolifération anormale des algues.

2. L’équilibre entre les organismes vivants: Dans les écosystèmes aquatiques, chaque type d’organisme vivant interagit avec d’autres de différentes manières. La présence de poissons prédateurs , dans l’écosystème aquatique contribue à maintenir l’équilibre des populations de proies parmi les poissons et les autres organismes.

Par exemple, dans un milieu marin contenant différentes espèces de poissons, si le nombre de poissons prédateurs diminue (à cause de la surpêche, par exemple), le nombre de petits poissons peut augmenter de manière excessive, ce qui entraîne une consommation déséquilibrée des ressources nutritives et provoque des perturbations dans l’écosystème.

3. Le flux d’énergie à travers le réseau alimentaire : Dans l’écosystème aquatique, l’énergie commence à circuler à partir des organismes producteurs (comme les algues et les plantes qui réalisent la photosynthèse) vers les organismes consommateurs (comme les "Par exemple, si les petits poissons

(qui se nourrissent du zooplancton) sont consommés en grande quantité par des poissons prédateurs, cela entraîne une augmentation du nombre de zooplancton, ce qui affecte la croissance des algues, et conduit ainsi à un déséquilibre du système."

Exemple de l'équilibre écologique dans les écosystèmes aquatiques :

➲ **Les récifs coralliens et l'écosystème marin:**

Les récifs coralliens offrent un habitat à de nombreuses espèces marines. Ils aident les poissons prédateurs à maintenir l'équilibre des récifs coralliens en contrôlant les nombres de petites organismes comme les oursins, qui peuvent détruire les coraux si leur nombre augmente de manière anormale.

L'impact des activités humaines sur la vie aquatique:

➲ **La pollution:** Les substances chimiques, comme les pesticides et les métaux lourds qui se déversent dans les eaux, peuvent altérer la qualité de l'eau et nuire à la santé des êtres vivants aquatiques.

➲ **La surpêche :** Elle peut entraîner une diminution du nombre de certaines espèces, ce qui affecte l'équilibre écologique.

➲ **La destruction de l'environnement :** The La destruction des habitats naturels comme les récifs coralliens et les marais provoque une perte de biodiversité.

Le rôle de l'être humain dans la préservation de l'équilibre écologique:

L'être humain est considéré comme un facteur ayant une grande influence sur les changements qui affectent l'environnement, qu'ils soient positifs ou négatifs.

Voici quelques rôles que l’être humain peut jouer pour préserver l’équilibre écologique:

1. La préservation des ressources naturelles : L’être humain doit traiter les ressources naturelles avec précaution, les utiliser de manière durable, éviter de les polluer et de les épuiser.
2. La sensibilisation et l’éducation environnementale: Il est essentiel que l’être humain apprenne et comprenne l’impact de ses actions sur l’environnement. Il doit partager ces connaissances avec les autres à travers des activités de sensibilisation et d’éducation environnementale telles que les campagnes.
3. Le développement durable: Il s’agit de répondre aux besoins de la génération actuelle sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. L’être humain doit chercher à développer et utiliser des technologies propres et durables dans les secteurs de l’agriculture, de l’industrie et de la construction.
4. Adopter des pratiques respectueuses de l’environnement: L’être humain peut prendre de petites mesures dans sa vie quotidienne pour contribuer à la préservation de l’équilibre écologique, comme réduire sa consommation d’eau et d’énergie, trier les déchets et utiliser les transports en commun ou le vélo pour se déplacer.

Recherche et investigation (les activités) :

Développer un plan pour protéger les écosystèmes aquatiques

Tu peux étudier l'exemple suivant :

Le Nil est la colonne vertébrale de la vie en Égypte, car des millions de personnes dépendent de ses eaux pour l’agriculture, la boisson et la pêche. Cependant, le fleuve fait face à de grands défis qui menacent sa durabilité, tels que la pollution, la surexploitation de l’eau et les effets du changement climatique.

Il est nécessaire de prendre des mesures décisives afin de protéger ce système écologique vital et garantir sa durabilité pour les générations futures.

Élabore un plan intégré pour protéger le Nil en tant que l'un des écosystèmes aquatiques . Ce plan doit inclure des mesures et des stratégies précises que tu peux mettre en œuvre pour le protéger de la dégradation.

Questions pour t'aider dans ta recherche :

1. La pollution:

- Quelles sont les principales sources de pollution industrielle dans le Nil ?
- Comment la pollution industrielle affecte-t-elle la qualité de l'eau et la vie aquatique dans le Nil ?
- Quelles mesures possibles peuvent être prises pour réduire la pollution industrielle dans le Nil ?
- Existe-t-il des exemples réussis dans d'autres pays pour réduire la pollution industrielle dans leurs fleuves ? Et comment pourraient-ils être appliqués en Égypte ?

2. La surexploitation des ressources aquatiques:

- Comment la surexploitation de l'eau affecte-t-elle le niveau du Nil ?
- Quelles sont les technologies agricoles modernes qui peuvent être utilisées pour réduire la consommation de l'eau dans le domaine de l'agriculture ?
- Quel est l'impact des barrages et des projets de détournement de l'eau sur le débit du Nil ?
- Comment peut-on organiser la consommation de l'eau entre les différents utilisateurs (agriculture, industrie, population) afin de garantir la durabilité des ressources aquatiques?

3. Le changement climatique:

- Comment le changement climatique affecte-t-il le Nil en termes de débit d'eau, de sécheresses et d'inondations ?
- Quels sont les changements climatiques prévus en Égypte dans les décennies à venir, et comment vont-ils impacter le Nil ?
- Quelles sont les stratégies possibles pour s'adapter aux effets du changement climatique sur le Nil ?
- Comment peut-on utiliser la technologie pour développer des systèmes d'alertes précoce contre les inondations et les sécheresses dans le Nil ?

4. Protection du système écologique:

- Quelles sont les espèces animales et végétales menacées d'extinction dans le Nil en raison des défis environnementaux actuels?
- Comment peut-on renforcer la conscience environnementale au sein de la communauté locale pour participer aux efforts de protection du Nil ?
- Quelles sont les politiques gouvernementales actuelles pour la protection du Nil, et sont-elles suffisantes ?
- Comment impliquer la communauté locale et les organisations non gouvernementales dans les efforts de protection du Nil?

Exercices

Premièrement – Questions à choix multiples

➲ Choisis la bonne réponse:

1. Le rôle des poissons prédateurs pour préserver l’équilibre écologique dans les écosystèmes aquatiques est de ....
   a. Réduire le nombre des petits poissons
   b. Contrôler le nombre des poissons prédateurs
   c. Réduire le niveau de nutriments
   d. Réduire la croissance des algues
2. Lorsque le niveau des nutriments dans le système aquatique est excessifs, cela mènent à...
   a. la diminution du taux de croissance des plantes
   b. l’augmentation de la biodiversité
   c. la prolifération anormale des algues
   d. la stabilité du système écologique
3. Lequel des éléments suivants est un exemple de l’impact de la surpêche sur l’équilibre écologique ?
   a. L’augmentation de la qualité del’eau
   b. La diminution du nombre des poissons prédateurs
   c. L’augmentation de la biodiversité
   d. La stabilité du nombre des proies
4. Quelle est la cause principale de la perte de biodiversité dans les écosystèmes aquatiques ?
   a. La pêche durable b. La destruction des habitats
   c. La prédation naturelle d. Les niveaux équilibrés des nutriments
5. Le rôle que joue l’être humain pour préserver l’équilibre écologique est.............
   a. de négliger la gestion des ressources
   b. de préserver les ressources naturelles
   c. d’augmenter les niveaux de pollution
   d. de surexploiter les ressources de l’eau
6. Quelle est la stratégie principale pour protéger les écosystèmes aquatiques ?
   a. Négliger le changement climatique
   b. Élaborer des plans de protection globale
   c. Renforcer la pollution industrielle
   d. Surexploiter les ressources naturelles

7. Lequel des éléments suivants n'est pas un rôle que l'être humain peut jouer pour contribuer à la préservation de l'équilibre écologique?
   a. Préserver les ressources naturelles
   b. Limiter les programmes de sensibilisation environnementale
   c. Promouvoir le développement durable
   d. Éviter la pollution et la surexploitation des ressources
8. Le développement durable contribue à l'équilibre écologique à travers ....
   a. L'augmentation de la pollution
   b. La satisfaction responsable des besoins de la génération actuelle
   c. Le non-respect des besoins des générations futures
   d. Le renforcement d'une agriculture non durable
9. Laquelle des activités humaines suivantes contribue positivement à la préservation de l'équilibre écologique ?
   a. La surpêche des espèces marines
   b. L'utilisation des technologies propres et durables
   c. L'augmentation de l'utilisation des engrais dans les zones humides
   d. La surpêche pour contrôler les bancs de poissons
10. Quelle est la méthode la plus efficace pour augmenter la sensibilisation à l'équilibre écologique ?
   a. Réduire les programmes éducatifs
   b. Mettre en œuvre des campagnes de sensibilisation environnementale dans les écoles et les médias
   c. Réduire l'étude des systèmes écologiques dans les écoles
   d. Encourager la surexploitation des ressources naturelles
11. Lequel des éléments suivants n'est pas un effet négatif des activités humaines sur les écosystèmes aquatiques ?
   a. La pollution par les pesticides et les métaux lourds
   b. Les programmes de développement durable
   c. La surpêche
   d. La destruction des habitats naturels comme les récifs coralliens
12. Comment les individus peuvent-ils contribuer à la préservation des ressources naturelles ?

a. En renforçant la pollution
b. En utilisant les ressources de manière durable et en évitant la surexploitation
c. En détruisant les récifs coralliens à des fins économiques
d. En réduisant le nombre de programmes de sensibilisation environnementale

13. Comment l'énergie circule-t-elle dans le réseau alimentaire aquatique ?
    a. Des producteurs comme les algues vers les consommateurs comme les herbivores et les poissons prédateurs
    b. Des prédateurs directement vers les plantes
    c. De l'azote vers le phosphore
    d. Des organismes vivant en profondeur de la mer vers ceux vivant en surface
14. Parmi les résultats importants liés à l'absence de protection des écosystèmes aquatiques, on trouve............
    a. L'amélioration de l'équilibre écologique
    b. La perte de biodiversité
    c. L'amélioration de la qualité de l'eau
    d. L'augmentation de la diversité des espèces
15. Quel est l'objectif principal de la préservation de l'équilibre écologique dans les systèmes aquatiques ?
    a. Augmenter le nombre de tous les organismes vivants
    b. Assurer le transfert continu de l'énergie dans la chaîne alimentaire
    c. Accroître la production de poissons et d'autres fruits de mer
    d. Maintenir la stabilité du système écologique dans son ensemble
16. Laquelle des activités humaines suivantes peut entraîner un déséquilibre écologique dans les écosystèmes aquatiques ?
    a. La pollution
    b. La surpêche
    c. La destruction de l'environnement
    d. Toutes les réponses précédentes
17. Lequel de ce qui suit n'est pas une stratégie de l'homme pour préserver l'équilibre écologique dans les systèmes aquatiques ?
    a. Préserver les ressources naturelles
    b. Favoriser le développement non durable
    c. Accroître la sensibilisation et l'éducation environnementale
    d. Participer aux politiques environnementales

Deuxièmement : Les questions ouvertes

➲ Interpréte ce qui suit:

1. L'importance de l'équilibre des éléments nutritifs dans les milieux aquatiques.
2. La surpêche a un impact négatif sur l'équilibre du système aquatique..

Unité 2 : L’atmosphère

Les résultats de l’apprentissage :

À la fin de cette unité, l’élève sera capable de :

1. Expliquer la structure de l’atmosphère, identifier les principaux constituants et analyser son influence sur la surface terrestre.
2. Distinguer les différentes couches de l’atmosphère et décrire les caractéristiques de chaque couche.
3. Analyser l’effet des facteurs physiques de l’atmosphère, tels que la température, la pression, l’humidité, le rayonnement solaire et la vitesse du vent, sur les êtres vivants.
4. Analyser l’impact des modifications de la couche d’ozone sur la santé humaine et le fonctionnement des organes vitaux.
5. Expliquer l’influence des variations de la pression atmosphérique sur les êtres vivants
6. Expliquer les stratégies des êtres vivants pour s’adapter aux environnements à climat extrême.
7. Comparer les différents types de tissus végétaux simples en fonction de leur structure et de leur rôle dans le soutien de la plante.
8. Comparer l’influence des divers facteurs physiques de l’atmosphère sur le climat.
9. Expliquer comment les réactions chimiques dans l’atmosphère affectent la qualité de l’air et les changements climatiques.
10. Interpréter chimiquement la formation des pluies acides à partir des oxydes d’azote et de soufre, et analyser leurs effets sur l’être humain et les plantes.
11. Évaluer le rôle des polluants gazeux dans la menace pesant sur la durabilité de l’atmosphère.
12. Montrer comment la science et la technologie ont contribué à réduire la pollution et à protéger l’atmosphère.
13. Proposer des solutions pratiques aux problèmes de pollution de l’air et de changements climatiques, à partir des connaissances acquises.

Problématiques abordées:

1. Pollution de l’air.
2. Changements climatiques.
3. Durabilité des ressources.
4. Préservation de la biodiversité.

2.1 Les composants et les couches de l'atmosphère

Prépare-toi

Quelles sont les planètes du système solaire qui possèdent une enveloppe gazeuse ? Quelle est son épaisseur ? Et quels en sont les composants ?

Que se passerait-il si la planète Terre n'avait pas d'atmosphère qui l'entoure ?

Figure (2-1) : l'atmosphère

Tu as appris dans le chapitre précédent que l'environnement naturel de la Terre est composé de quatre enveloppes, dont l'hydrosphère. Passons maintenant à une autre de ces enveloppes c'est l'atmosphère.

Qu'est-ce que l'atmosphère ?

L'atmosphère est une couche de gaz qui entoure la Terre. Elle est constituée principalement de plusieurs gaz, dont les plus importants sont l'azote, l'oxygène et le dioxyde de carbone, ainsi que l'argon et de petites quantités d'autres gaz.

La dynamique de l'atmosphère:

Les proportions des composants de l'atmosphère ne sont pas stables, mais changent constamment à travers divers processus naturels. Les êtres vivants jouent un rôle essentiel dans ce changement : lors de la respiration, ils consomment de l'oxygène de l'atmosphère et y rejettent du dioxyde de carbone. Pendant la photosynthèse, les plantes absorbent le dioxyde de carbone de l'air et libèrent de l'oxygène. De plus, des phénomènes géologiques comme les éruptions volcaniques peuvent ajouter de grandes quantités de gaz à l'atmosphère.

L'importance de l'atmosphère:

L'atmosphère agit comme une couverture isolante. Elle protège la Terre des radiations solaires nocives et des corps provenant de l'espace, qui peuvent causer de grands dommages aux êtres vivants. L'atmosphère retient également une partie du rayonnement solaire, ce qui aide à maintenir la température de la surface de la planète modérée et favorable à la vie. Elle joue aussi un rôle essentiel dans le cycle de l'eau dans la nature à travers les processus d'évaporation, de condensation et de précipitation, permettant ainsi la répartition de l'eau douce à la surface de la planète.

Les principaux composants chimiques de l'atmosphère.

L'atmosphère est composée d'un mélange de plusieurs gaz, dont les plus importants sont :

- **L'azote** (N_2) il représente environ 78 % du volume de l'atmosphère terrestre. Il provient de la décomposition des plantes et des animaux morts, ainsi que des gaz émis par les volcans. C'est un gaz largement inerte, qui ne réagit pas facilement avec les autres gaz ou éléments. Ses réactions nécessitent des conditions particulières, comme la foudre ou des températures très élevées, ce qui explique la faible proportion de ses oxydes dans l'air.
- **L'oxygène** (O_2) L'oxygène est le deuxième gaz le plus abondant dans l'atmosphère après l'azote Il représente environ 21 % du volume de l'atmosphère terrestre Il est produit principalement par les organismes autotrophes au cours de la photosynthèse.

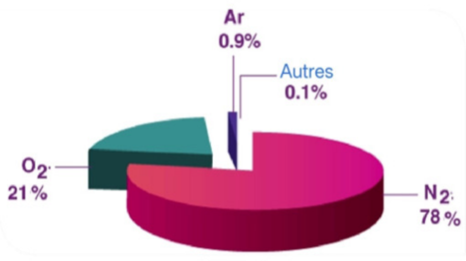


Figure (2-2) : Proportion des gaz dans l'air

L'oxygène est indispensable à la respiration des êtres vivants.

C'est un gaz chimiquement actif, jouant un rôle essentiel dans les phénomènes de combustion ainsi que dans de nombreuses réactions chimiques naturelles et industrielles.

- **L'argon** (Ar): il représente environ 0,93 % du volume de l'atmosphère. C'est l'un des gaz inertes, qui comprennent également l'hélium et le néon.
- **Le dioxyde de carbone** (CO_2): il représente environ 0,04 % du volume de l'atmosphère. Sa concentration varie sensiblement d'une région à une autre à la surface de la Terre. Le dioxyde de carbone est l'un des gaz à effet de serre, responsables du piégeage de la chaleur dans l'atmosphère terrestre.

➲ **Et les empêche de s'échapper vers l'espace, phénomène connu sous le nom d'effet de serre** L'atmosphère contient également d'autres gaz tels que : la vapeur d'eau (H_2O), le dioxyde de soufre (SO_2), l'ozone (O_3), le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde d'azote (NO_2).

Les couches de l'atmosphère:

L'atmosphère est divisée en plusieurs couches, chacune ayant des caractéristiques qui la distinguent. Leur ordre, en commençant depuis la surface de la Terre, est le suivant:

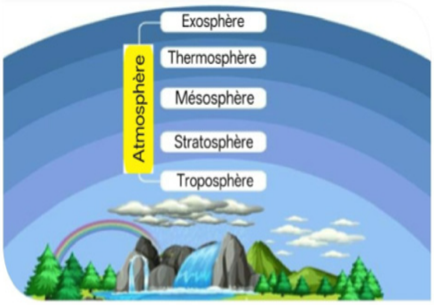


Figure (2-3) Les couches de l'atmosphère

1. La troposphère

C'est la couche de l'atmosphère la plus proche de la surface de la Terre. Elle s'étend en moyenne jusqu'à environ 10 km d'altitude au-dessus du sol. Cette couche est considérée comme la plus dense de l'atmosphère.

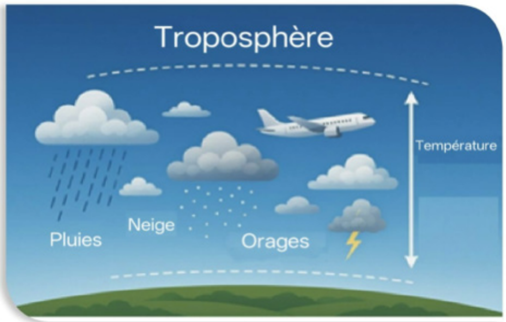


Figure (2-4) La troposphère

Dans la troposphère se produisent la plupart des phénomènes météorologiques liés au temps et au climat, tels que la formation des nuages, les précipitations, le mouvement des vents etc,

La température moyenne à la surface de la Terre, en dessous de cette couche, est d'environ 15 °C. Dans cette couche, la température de l'air diminue avec l'altitude d'environ 6,5 °C pour chaque 1000 m. Cette baisse est due à la diminution de la pression atmosphérique avec l'élévation au-dessus de la surface terrestre, ce qui provoque la dilatation de l'air. Cette dilatation nécessite de l'énergie, prélevée sur une partie de l'énergie cinétique de ses molécules.

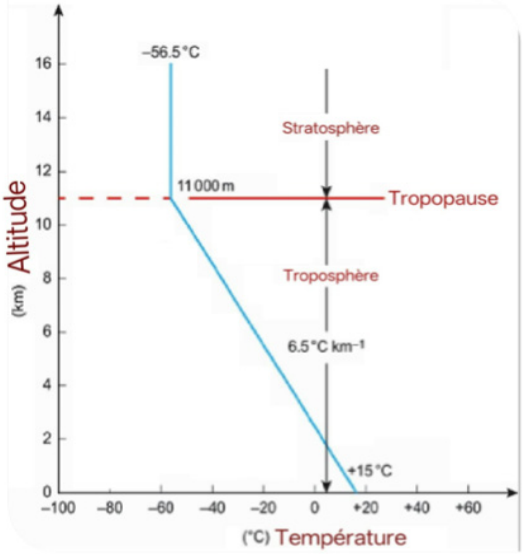


Figure (2-5) : La troposphère

Cette diminution de température se poursuit jusqu'aux limites de la tropopause, située à une altitude d'environ 11 km.

La tropopause

La tropopause est une fine couche d'air située dans la partie supérieure de la troposphère. Elle agit comme une barrière ou une zone de transition entre la troposphère et la stratosphère, empêchant l'air froid de la troposphère de se mélanger avec l'air chaud de la stratosphère.

La biodiversité dans la troposphère

La troposphère est l'habitat des formes de vie les plus diversifiées de la planète Terre.

Par biodiversité, on entend l'ensemble des organismes vivants présents dans un lieu donné, allant des plus petits microbes du sol aux plus grands animaux et plantes, terrestres ou aquatiques.

La présence de la vie dans la troposphère est directement liée aux caractéristiques de cette couche : on y trouve de l'oxygène et du dioxyde de carbone, ainsi que de la vapeur d'eau et d'autres gaz, ce qui fournit les éléments essentiels à la vie. On y observe également une température adéquate pour le déroulement des processus biologiques, ainsi qu'une pression atmosphérique convenable pour la plupart des êtres vivants.

L'interaction entre ces conditions environnementales et l'immense diversité des organismes fait de la troposphère la couche la plus active sur le plan biologique, et la plus essentielle pour la durabilité de la vie sur Terre.

2. La stratosphère :

Dans la stratosphère, la température reste stable jusqu'à environ 20 km d'altitude. À partir de là, elle commence à augmenter au fur et à mesure que l'on s'élève à travers la couche d'ozone, qui atteint environ 40 km. Cette élévation de température est due à l'absorption du rayonnement ultraviolet (UV) solaire par le gaz ozone.

Les mouvements de l'air dans la stratosphère sont essentiellement horizontaux, ce qui en fait une couche privilégiée pour le vol des avions.

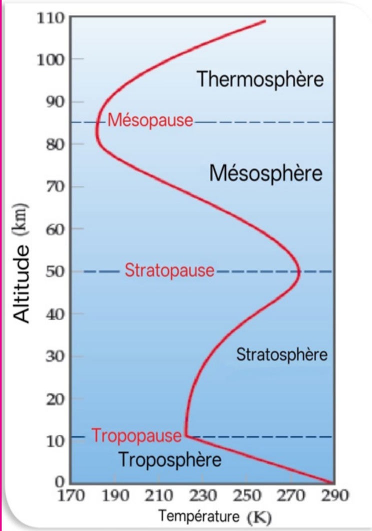


Figure (2-6) La stratosphère

La couche d'ozone

La couche d'ozone constitue un bouclier indispensable pour protéger la vie et assurer la durabilité de la biosphère terrestre.

Les molécules d'ozone (O_3) absorbent la majeure partie du rayonnement ultraviolet (UV) nocif provenant du Soleil.

Si une grande quantité de ce rayonnement atteignait la surface de la Terre, elle pourrait provoquer de graves dommages à l'ADN des cellules des êtres vivants et causer des maladies graves comme le cancer de la peau. Elle pourrait également détruire les écosystèmes terrestres et aquatiques.

3. La mésosphère:

La mésosphère s'étend d'une altitude de 50 km à 80 km au-dessus de la surface de la Terre.

C'est la couche la plus froide de l'atmosphère, où la température peut atteindre environ –93 °C, en raison du faible nombre de molécules de gaz capables d'absorber le rayonnement solaire.

La mésosphère joue un rôle vital dans la protection de la vie sur Terre : la plupart des météores qui pénètrent dans l'atmosphère depuis l'espace s'y consument et s'y désintègrent complètement.

4. La thermosphère:

La thermosphère s'étend d'environ 80 km au-dessus de la surface de la Terre jusqu'à une altitude pouvant atteindre 700 km.

Dans cette couche, les gaz tels que l'azote et l'oxygène absorbent le rayonnement solaire, et la température peut dépasser 2000°C.

L'ionosphère:

Dans la partie inférieure de la thermosphère (entre 80 km et 550 km), les atomes d'oxygène et d'azote absorbent la majeure partie du rayonnement solaire de haute fréquence, tel que les rayons X et les rayons gamma.

Sous l'effet de ce rayonnement, les atomes de gaz s'ionisent, c'est-à-dire qu'ils se transforment en particules électriquement chargées.

C'est pourquoi cette région de la thermosphère est appelée ionosphère, car elle contient une grande quantité d'ions gazeux chargés électriquement.

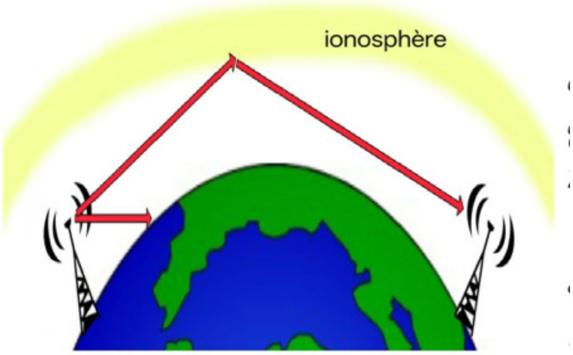


Figure (2-7) : l'ionosphère

La couche ionosphérique peut réfléchir les ondes électromagnétiques.

Elle est donc utilisée pour les communications sans fil à longue distance, grâce à sa capacité à renvoyer les ondes radio.

L'aurore polaire :

L'importance de l'ionosphère ne se limite pas uniquement aux communications sans fil, elle est également responsable du phénomène des aurores polaires (Aurora).

Figure (2-8) : l'ionosphère

Ce phénomène est observé aux pôles nord et sud de la Terre. Lorsque des particules chargées à haute énergie provenant du Soleil (faisant partie du vent solaire) atteignent la Terre, elles sont influencées par le champ magnétique terrestre et attirées vers les pôles.

Ces particules entrent alors en collision avec les ions et les atomes présents dans l'ionosphère. Cette collision excite les atomes qui, en retournant à leur état fondamental moins énergétique, émettent des photons lumineux de différentes longueurs d'onde, produisant ainsi les lumières brillantes visibles dans le ciel.

5. L'exosphère:

Figure (2-9) : l'ionosphère

L'exosphère est la couche la plus haute de l'atmosphère terrestre. Certains scientifiques la considèrent comme la partie supérieure de la thermosphère.

Elle s'étend d'environ 700 km jusqu'à 10000 km au-dessus de la surface de la Terre.

Dans l'exosphère, certaines atomes et molécules peuvent parcourir de très grandes distances sans entrer en collision avec d'autres particules. Cela leur confère des vitesses très élevées qui leur permettent parfois d'échapper à la gravité terrestre et de s'échapper vers l'espace interplanétaire.

En raison de sa très faible densité et de sa proximité avec l'état de vide, l'exosphère est la région idéale pour placer les satellites et les véhicules spatiaux, car ils n'y rencontrent pratiquement aucune résistance, ce qui leur permet de rester en orbite pendant de longues périodes.

La présence des satellites a un impact direct sur notre vie quotidienne, puisqu'ils facilitent notamment les communications internationales.

ainsi que l'Internet sans fil. Ils constituent également une partie essentielle des systèmes de géolocalisation mondiale (GPS) et nous fournissent des données précises sur le temps et le climat, ce qui permet de prévoir les catastrophes naturelles, de surveiller la Terre et l'espace extra-atmosphérique, et d'améliorer notre compréhension de la planète et de l'univers.

Vitesse de libération:

Il est intéressant de savoir que Mercure, la plus petite planète du système solaire, ne possède pas d'atmosphère gazeuse.

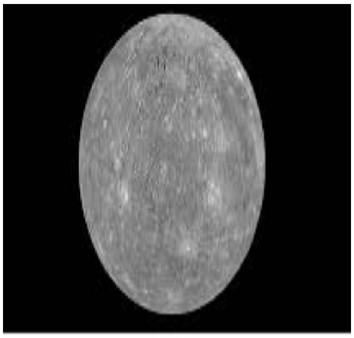


Figure (2-10) : la planète Mercure

Ainsi, une quantité énorme de rayonnement solaire atteint sa surface, ce qui entraîne une élévation très importante de sa température en raison de l'absorption du rayonnement reçu.

Lorsque le Soleil disparaît au cours de sa rotation, la planète réémet ce rayonnement vers l'espace et se refroidit alors très rapidement, en l'absence d'une atmosphère capable de retenir la chaleur.

Tu te demandes peut-être pourquoi la Terre conserve son atmosphère, alors que la planète Mercure n'en possède pas ?

Les molécules de chaque gaz se déplacent à des vitesses très élevées, qui dépendent de la masse de la molécule et de la température.

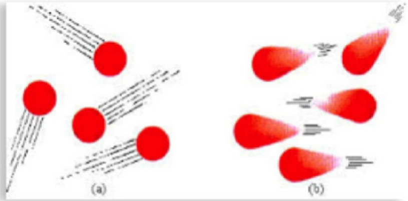


Figure (2-11) : Mouvement des molécules de gaz

Naturellement, cette vitesse quadratique moyenne des molécules de gaz (V_{rms}) est d'autant plus grande que la masse de la molécule est faible, et qu'elle augmente également avec l'élévation de la température du gaz.

Pour s'échapper de la gravité d'une planète, un corps, quelle que soit sa masse, doit acquérir une vitesse particulière appelée vitesse de libération (Ve) de la gravité de cette planète. Cette vitesse est une valeur constante pour tout corps situé sur une planète donnée.

Figure (2-12) : Échappement à la gravité

La vitesse de libération de la Terre est d'environ11.2 km/s.

La présence ou non d'un gaz autour d'une planète dépend de la relation entre la vitesse quadratique moyenne des molécules de gaz (Vrms) et la vitesse de libération de la planète (Ve). Si la vitesse effective Vrms des molécules de gaz est inférieure à la vitesse de libération Ve, alors les molécules de gaz ne peuvent pas s'échapper dans l'espace en raison de la gravité de la planète, et celle-ci conserve donc ce gaz dans son atmosphère.

En revanche, si la vitesse quadratique moyenne (Vrms) des molécules de gaz est égale ou supérieure à la vitesse de libération (Ve) de la gravité de la planète (Vrms = Ve), alors les molécules de gaz peuvent s'échapper dans l'espace.

Par conséquent, ce gaz devient rare, voire inexistant, à la surface de cette planète.

Activité : Modèle des couches de l'atmosphère :

Objectif :

Comprend la composition de l'atmosphère à l'aide d'un modèle visuel.

Matériel:

Utilise de la mousse (foam) pour réaliser un modèle des différentes couches de l'atmosphère, en tenant compte de l'épaisseur de chaque couche.

Étapes:

1. Détermine les caractéristiques principales de chaque couche
2. Décris comment chaque couche influence la vie sur Terre.

Exercices

Premièrement : Questions à choix multiples

➲ Choisis la bonne réponse:

1. Bien que la proportion de diazote (N_2) dans l'air atmosphérique soit très élevée, ses oxydes ne se trouvent qu'en très faibles quantités dans l'atmosphère, en raison de...

   a) Le diazote provient de la décomposition des animaux et des plantes.

   b) La présence d'une triple liaison forte entre les deux atomes d'azote dans sa molécule, ce qui le rend largement inerte.

   c) Sa réaction avec l'oxygène à basse température.

   d) Sa réaction avec l'oxygène lors de phénomènes naturels comme la pluie.

2. Le gaz le plus abondant dans l'atmosphère terrestre est ....

   a) L'oxygène b) L'argon

   c) L'azote (N_2) d) Le dioxyde de carbone (CO_2)

3. Le dioxygène représente environ ...... du volume de l'air atmosphérique .

   a) 0.04% b) 0.93% c) 21% d) 78%

4. Quelle couche de l'atmosphère absorbe les rayons ultraviolets de courte longueur d'onde ....

   a) L'argon b) L'ozone c) L'azote d) L'oxygène

5. La couche d'ozone dans l'atmosphère s'étend approximativement à une altitude de .... par rapport à la surface de la Terre.

   a) 10 km – 20 km b) 10 km – 50 km

   c) 20 km – 40 km d) 20 km – 50 km

6. L'épaisseur de la thermosphère est d'environ ....

   a) 30 km b) 40 km c) 620 km d) 700 km

7. Si l'on sait que la température de l'air à la surface de la Terre est de 5 °C, quelle sera sa température au sommet d'une montagne située à 2 km au-dessus de ce point ?

   a) 0°C b) 1.5°C c) –1.5°C d) –8 °C

8. La couche .... est la couche de l'atmosphère où la température diminue le plus, atteignanty –93°C,

a) la mésosphère

b) l'exosphère

c) la stratosphère

d) la troposphère

Deuxièmement – Questions ouvertes :

➲ **Q2: Justifie ce qui suit :**

1- Le pourcentage des oxydes d'azote dans l'air est très faible.

2- L'importance du dioxyde de carbone pour les plantes.

3- La température de l'air diminue avec l'altitude dans la troposphère.

2-2 : Les réactions chimiques dans l’atmosphère

L’atmosphère constitue un milieu pour de multiples réactions chimiques, telles que les réactions de formation de l’ozone sous l’effet des rayons ultraviolets, l’oxydation de certains gaz présents dans l’air, et d’autres encore. Ces réactions peuvent affecter la qualité de l’air, modifier le climat et avoir des répercussions sur la santé de l’être humain et des êtres vivants.

Les rayons ultraviolets:

Nous avons appris, dans le premier chapitre, le spectre électromagnétique émis par le Soleil et qu’il peut se propager dans le vide sous forme d’ondes électromagnétiques. Chaque domaine spectral possède une plage déterminée de longueurs d’onde (λ) et de fréquences (ν). L’un des types du spectre électromagnétique est le rayonnement ultraviolet.

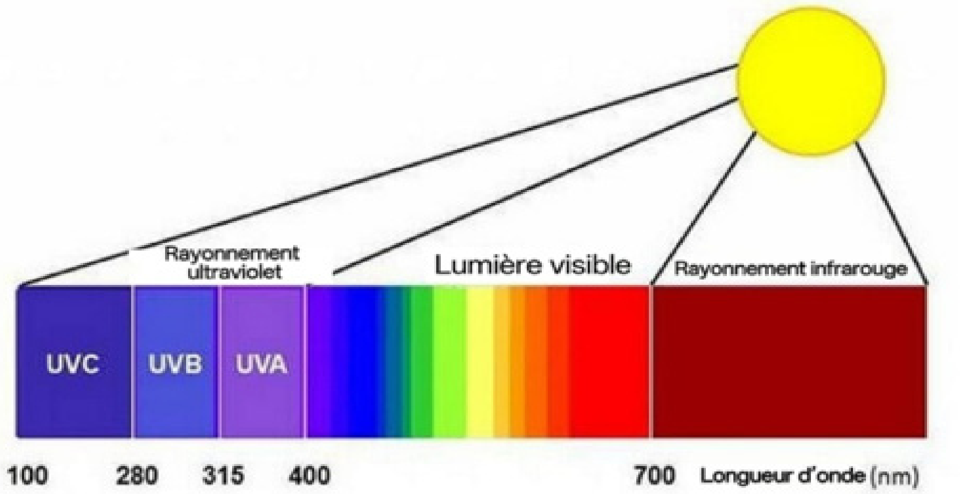


Figure (2 - 13) : Les types de rayonnements ultraviolets

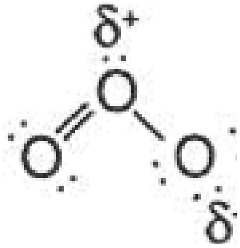
Les rayons ultraviolets possèdent des longueurs d’onde courtes et une énergie élevée par rapport au spectre visible.

ils peuvent être produits par des lampes spéciales utilisées pour la stérilisation des instruments chirurgicaux et des laboratoires afin d’éviter la contamination microbienne, ainsi que pour la détection des billets de banque falsifiés dans les magasins.

Figure (2-14) – Détection de l’authenticité des billets de banque

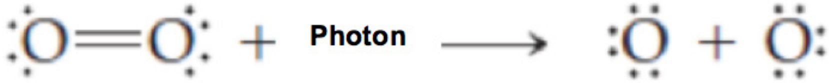
Dans l'atmosphère, les molécules de N_2, les molécules d'O_2 et l'oxygène atomique absorbent les photons du spectre électromagnétique dont la longueur d'onde est inférieure à 240 nm. La formation de l'ozone entraîne, quant à elle, l'absorption des photons situés dans la région ultraviolette, dont les longueurs d'onde varient entre 240 et 300 nm. Ainsi, l'ozone présent dans la stratosphère nous protège de ces photons à haute énergie.

Formation de l'ozone:



La molécule d'ozone (O_3) est constituée de trois atomes d'oxygène liés entre eux. Elle se forme sous l'effet des rayons ultraviolets (UV) provenant du Soleil sur les molécules d'oxygène (O_2), de la manière suivante :

1- La photodissociation Elle provoque la rupture des liaisons chimiques de la molécule d'oxygène sous l'effet de l'absorption de la lumière.



Ainsi, les rayons ultraviolets (UV) dont la longueur d'onde est inférieure à 240 nm provoquent la rupture de la liaison covalente dans la molécule d'oxygène (O_2), ce qui entraîne la formation de deux atomes d'oxygène libres (O).

$$O_2(gaz) + UV \longrightarrow (\text{énergie})\ O(gaz) + O(gaz)$$

2- l'atome d'oxygène (à l'état atomique) se lié à une molécule d'oxygène pour formetr une molécule d'ozone.

$$O_{2(gaz)} + O_{(gaz)} \leftrightharpoons O_{3(gaz)}$$

La destruction de la couche d'ozone:

Il s'agit d'un processus d'érosion progressive de la couche d'ozone protectrice présente dans l'atmosphère. Cette destruction est principalement due au rejet de composés chimiques contenant du chlore et du brome, tels que les chlorofluorocarbures (CFC), issus des activités industrielles.

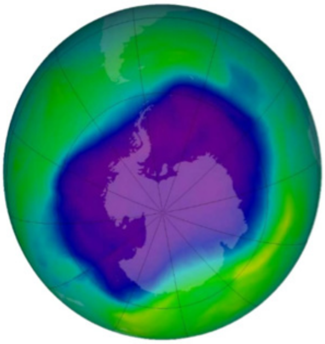


Figure (2-15) : Trou dans la couche d'ozone

Les effets de la destruction de la couche d'ozone sur la santé humaine:

À la suite de l'appauvrissement de la couche d'ozone, une quantité plus importante de rayons ultraviolets (UV) nocifs peut atteindre la surface de la Terre.

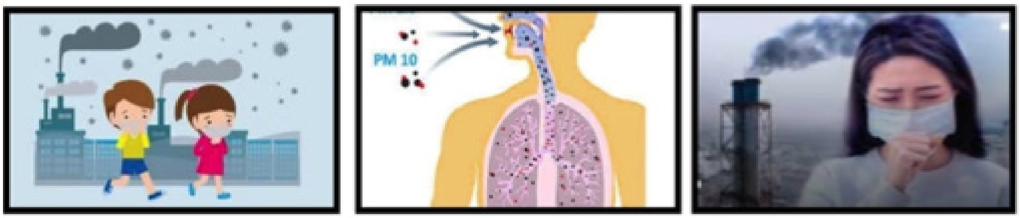


Figure (2-16) : Effets de l'appauvrissement de la couche d'ozone sur la santé humaine

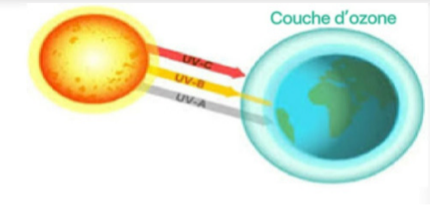
Parmi les effets des rayons ultraviolets sur la santé humaine :

- **Sur la peau:** Une exposition accrue aux rayons ultraviolets provoque des dommages à l'ADN des cellules cutanées. Ces altérations peuvent entraîner des mutations génétiques susceptibles de provoquer des cancers de la peau. Comme le mélanome (melanoma) L'organisme tente de réparer ces lésions en activant des enzymes spécifiques de réparation de l'ADN, mais une exposition répétée à ces rayonnements peut dépasser la capacité de réparation des cellules.

- **Sur le système immunitaire :** Les rayons ultraviolets affectent certaines cellules immunitaires, comme les lymphocytes T auxiliaires (Helper T-cells), ce qui affaiblit la réponse immunitaire et rend l'organisme plus vulnérable aux maladies et aux infections.

- **Sur l'œil:** L'absorption des rayons ultraviolets par le cristallin accélère l'apparition de la cataracte, ce qui réduit la transmission de la lumière vers la rétine.

Information enrichissante



Malgré le défi que représente la destruction de la couche d'ozone, les efforts internationaux ont montré un succès remarquable dans sa lutte.
Le Protocole de Montréal constitue un exemple marquant de ces efforts, puisqu'il a permis d'interdire la production et l'utilisation de nombreuses substances chimiques responsables de l'appauvrissement de l'ozone. Grâce à cette coopération mondiale, la couche d'ozone a commencé à se rétablir progressivement.
Cela confirme la capacité de l'humanité à relever les grands défis environnementaux par l'action ollective.

La réduction de la destruction de l'ozone

La destruction de la couche d'ozone constitue un problème environnemental majeur, et l'adoption de mesures simples peut contribuer à y remédier.

Ces mesures visent à réduire les émissions de substances chimiques nocives.

1. Choisir des produits respectueux de la couche d'ozone

De nombreux produits de nettoyage traditionnels contiennent des composés chlorés et bromés dont les émissions contribuent à la dégradation de la couche d'ozone. Il est donc préférable d'opter pour des produits de nettoyage portant un label écologique ou d'utiliser des alternatives naturelles telles que le vinaigre et le bicarbonate de sodium.

2. Éviter les substances appauvrissant la couche d'ozone

La réduction de l'utilisation des appareils et des matériaux contenant des composés nocifs constitue une étape essentielle. Par exemple :

- **Les réfrigérants:** Il convient d'éviter les équipements de réfrigération tels que les réfrigérateurs et les climatiseurs qui utilisent des chlorofluorocarbures (CFC) dans leurs systèmes de refroidissement. Il est préférable d'opter pour des appareils modernes utilisant des substituts sûrs, comme le gaz réfrigérant R-410A.
- **Les extincteurs:** Il faut éviter les extincteurs contenant de l'halon, un gaz à base de brome, parmi les substances les plus destructrices de la couche d'ozone. Ils doivent être remplacés par des extincteurs modernes exempts de ce composé.

Figure (2-17) : Fluide frigorigène respectueux de la couche d'ozone

L'ozone dans la troposphère

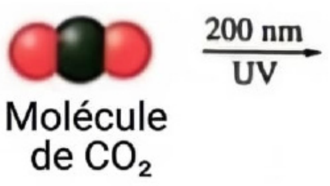
- L'ozone peut se former dans la troposphère à la suite de la réaction des oxydes d'azote avec les hydrocarbures en présence de la lumière solaire. Sa formation à proximité de la surface terrestre entraîne plusieurs effets :
- La formation du smog : lorsqu'il s'accumule avec d'autres polluants atmosphériques tels que le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote et les particules fines.
- La brûlure des feuilles des végétaux, réduisant ainsi leur capacité à réaliser la photosynthèse.
- La dégradation des plantes et des cultures agricoles, affectant leur croissance et leur qualité.
- La corrosion de matériaux tels que le plastique et le caoutchouc.

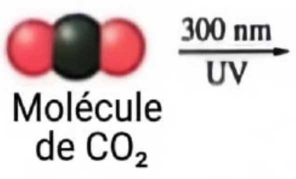
Exercices

Premièrement : Questions à choix multiples

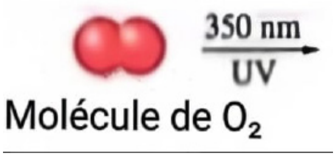
➲ Choisis la bonne réponse :

(1) Laquelle des propositions suivantes pourrait représenter la première étape de la formation de l’ozone ?

a) 

b) 

c)

d) 

(2) L’ozone peut absorber des photons dont la longueur d’onde est égale à ...

a) 200 nm b) 250 nm
c) 350 nm d) 400 nm

(3) Quel est le type de réaction représentée par l’équation suivante ?

a) photo-dissociation b) Dissociation nucléaire
c) Dissociation thermique d) Dissociation ionique

(4) Lors de la rupture de la liaison entre les deux atomes d’oxygène dans la molécule de dioxygène sous l’effet de la photodissociation ...

a) Deux ions oxygène (O^{-2}) b) Deux atomes d’oxygène isolés (O)
c) Un atome d’oxygène et un ion oxygène (O^{-2})
d) Deux atomes d’oxygène isolés (O) et deux ions oxygène (O^{-2})

(5) Laquelle des longueurs d’onde suivantes du rayonnement ultraviolet provoque la photodissociation de la liaison covalente dans la molécule de dioxygène?

a) 230 nm b) 240 nm
c) 290 nm d) 305 nm

6) La molécule d'ozone résulte de l'association de ...

   a) Deux molécules de dioxygène (O_2)

   b) Deux atomes d'oxygène isolés (O)

   c) Trois atomes d'oxygène isolés (O)

   d) Un atome d'oxygène isolé (O) et une molécule de dioxygène (O_2)

7) La formation du smog résulte de l'accumulation des produits de toutes les réactions suivantes, sauf ...

   a) La réaction de l'azote et de l'oxygène de l'air lors des éclairs.

   b) La réaction de l'oxygène avec le soufre dans des conditions favorables.

   c) La réaction de l'hydrogène avec l'oxygène dans des conditions favorables.

   d) La réaction des oxydes d'azote avec les hydrocarbures en présence de la lumière solaire.

8) Lequel des choix suivants représente certains des effets néfastes de l'ozone sur la santé humaine ?

   a) La cataracte, le cancer de la peau et la diminution du nombre d'abeilles

   b) Le cancer de la peau, l'immunodépression et la destruction du phytoplancton

   c) La réduction de la capacité de photosynthèse, le développement cérébral et la croissance des enfants

   d) Les allergies, la bronchite et les maladies du système cardiovasculaire.

Deuxièmement : Questions ouvertes

1- Que signifie l'appauvrissement de la couche d'ozone ?

2- Présentez trois stratégies utilisées pour réduire la pollution.

3- Comment l'ozone présent dans la troposphère affecte-t-il négativement les plantes ?

2-3 Facteurs physiques et leur effet sur l'atmosphère

Premièrement : la chaleur:

La température est considérée comme l'un des facteurs climatiques les plus importants, car elle influence les autres facteurs tels que la pression atmosphérique, les vents, l'humidité, la condensation et, par conséquent, les pluies.

Lorsque les rayons du soleil atteignent la Terre, la surface terrestre, composée de continents et d'eaux, se réchauffe davantage, puis la chaleur se transmet à l'atmosphère qui entoure la Terre, ce qui provoque une élévation de sa température.

? Pensée critique

Pourquoi la température est-elle plus élevée dans la partie inférieure de la troposphère que dans sa partie supérieure?

Ainsi, les couches de l'air proches de la surface terrestre sont plus chaudes que celles qui en sont éloignées.

Mesurer la température de l›air:

Les agences météorologiques mesurent régulièrement la température de l'air et la comparent avec celle d'autres régions, ainsi qu'avec les températures enregistrées au cours des années précédentes pendant la même saison climatique.

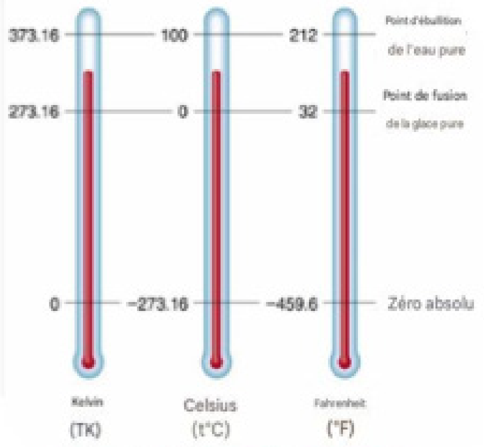


Figure (2) - (18) Jauges de température

Ces organismes utilisent l'une des échelles suivantes:

1- L'échelle Celsius (t °C), qui est utilisée, par exemple, en Égypte.
2- L'échelle Fahrenheit (t °F), qui est utilisée, par exemple, aux États-Unis d'Amérique.
3- L'échelle Kelvin (TK), qui représente l'échelle absolue de la température, utilisée dans les domaines scientifiques.

La relation entre les échelles de température:

Relation entre l'échelle de température absolue T_K et l'échelle Celsius t_c:

$$T_K = t_c + 273$$

La relation entre l'échelle de température Fahrenheit t_F et l'échelle de température Celsius t_c:

$$t_F = (1.8 \times t_c) + 32$$

Exercice

Trouve le point de congélation et le point d'ébullition de l'eau pure sur les échelles Kelvin et Fahrenheit et enregistrez-les dans le tableau suivant.

Température	t_c	t_F	T_K
Point de congélation de l'eau pure (point de fusion de la glace)	$0^\circ C$		
Point d'ébullition de l'eau pure	$100^\circ C$		

Mécanismes de transfert de chaleur:

La chaleur est généralement transférée de trois manières:

1. Conduction: La chaleur se transmet à travers un corps solide ou entre deux corps en contact. Elle passe de la région ayant la température la plus élevée vers les régions à température plus basse, sans que les particules du corps ne se déplacent. Certaines matières se distinguent par une bonne conductivité thermique comme les métaux, tandis que d'autres ont une conductivité thermique faible, comme le liège.

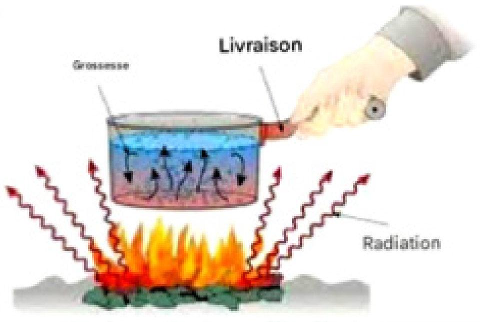


Figure (2) - (19) Mécanismes de transfert de chaleur

2. Convection: La chaleur se transmet dans les fluides (liquides et gaz) par les courants de convection. Les parties du fluide ayant une température plus élevée possèdent une densité plus faible que celles à température plus basse ; les parties de plus faible densité commencent donc à s'élever à travers le fluide et sont remplacées par des parties plus denses.

Avez-vous déjà vu un oiseau voler haut sans battre des ailes?

Figure (2) - (20) Courants de convection dans l'air

Ce n'est pas seulement un spectacle spectaculaire ; c'est le résultat de l'exploitation par les oiseaux de ce qu'on appelle le vol thermique. Ce phénomène permet aux oiseaux de rester en l'air pendant de longues périodes sans battre constamment des ailes, économisant ainsi de l'énergie tout en flottant au-dessus des courants d'air chaud convectifs et en maintenant leur altitude.

3. Le rayonnement: est le transfert de chaleur sous forme de rayonnement électromagnétique, où le rayonnement thermique se propage dans toutes les directions sans avoir besoin d'un milieu matériel. Il peut se propager également dans le vide, ainsi que dans les gaz.

Activité de recherche !

1. En collaboration avec votre partenaire, dessinez un schéma montrant la manière dont la chaleur est transférée du soleil à la surface de la Terre, puis à l'atmosphère.
2- Quels matériaux sont considérés comme les plus performants en termes de conductivité thermique pour les ustensiles de cuisine, afin d'économiser l'énergie de chauffage ? D'autres facteurs influencent-ils votre choix ?

Adaptation des organismes aux changements naturels de température:

- Adaptation au gel (froid intense):

Grenouille des bois: La grenouille des bois vit dans les régions froides du nord, comme l'Alaska et le Canada, où les températures peuvent descendre en dessous de zéro. En hiver, son corps gèle et devient glacial, ce qui arrête sa respiration et son cœur. Elle tombe alors dans un état d'hibernation profond.

Figure (2-21) la grenouille en bois

Les grenouilles produisent de grandes quantités de glucose dans leurs organes vitaux (cœur, foie et cerveau) avant de geler. Le glucose agit comme un antigel, empêchant la formation de cristaux de glace dans les cellules et les protégeant des dommages.

Lorsque la température augmente au printemps, la glace fond, le cœur bat à nouveau et les fonctions vitales recommencent à fonctionner.

Le poisson des glaces:

Ce type de poisson vit dans les eaux glacées du continent antarctique, où la température de l'eau descend en dessous de zéro, ce qui est mortel pour la plupart des organismes marins.

Figure (2-22) Le poisson des glaces

Cependant, le poisson des glaces s'adapte à cet environnement gelé de manière étonnante : il sécrète dans son sang des protéines spéciales appelées protéines antigel. Ces protéines empêchent la formation de cristaux de glace dans le sang et dans les tissus du poisson.

Le poisson des glaces est l'une des rares espèces dont le sang ne contient pas d'hémoglobine (le pigment responsable du transport de l'oxygène dans le sang) ; à la place, il absorbe directement l'oxygène de l'eau.

Adaptation à la chaleur élevée

Les lézards du désert

Les lézards du désert vivent dans des environnements extrêmement chauds, comme les déserts, où les températures peuvent atteindre des niveaux très élevés, parfois incompatibles avec la survie d'autres organismes.

Figure (2-23) Les lézards du désert

Cependant, les lézards du désert ont développé des adaptations uniques qui les aident à survivre dans de tels environnements rudes.

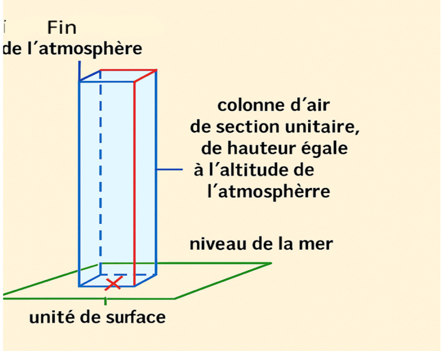
Le lézard épineux possède de petits canaux à la surface de sa peau qui aident à capter l'humidité de l'air ou même du sable et à la diriger vers sa bouche, ce qui lui permet de rester hydraté dans l'environnement sec du désert.

Deuxièmement : la pression atmosphérique (pression de l'air)

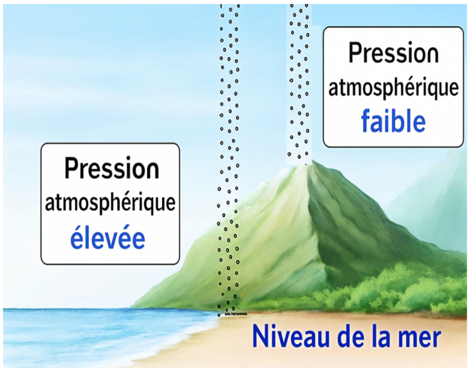
L'atmosphère reste attirée vers la surface terrestre par la force de gravité. Cette force attire les molécules d'air vers le bas, ce qui rend l'atmosphère plus dense près de la surface terrestre. La majeure partie de la masse atmosphérique est concentrée dans la couche allant de la surface terrestre jusqu'à une altitude de 30 kilomètres. La quantité et la densité de l'air diminuent dans les couches supérieures, rendant la respiration plus difficile à haute altitude.

Figure (2-24) le militaire (aviateur) a besoin de se procurer de l'oxygène a de grandes altitudes

Dans les régions élevées, la quantité d'oxygène disponible pour l'organisme diminue. Ce manque d'oxygène exerce une pression sur le corps, qui s'adapte de différentes manières : il réagit à la rareté de l'oxygène en augmentant la production de globules rouges, responsables du transport de l'oxygène dans le sang. Cela aide à acheminer une plus grande quantité de l'oxygène disponible vers les tissus.



La pression atmosphérique résulte du poids de la colonne d'air qui s'étend d'un point donné jusqu'à la limite de l'atmosphère et qui agit sur l'unité de surface environnante. La valeur de la pression atmosphérique varie d'un point à un autre dans l'atmosphère : elle diminue à mesure que l'on s'élève au-dessus du niveau de la mer.



Pression atmosphérique normale:

La pression atmosphérique normale est définie comme étant la valeur de la pression atmosphérique au niveau de la mer à 0 °C, et elle est égale à $1{,}013 \times 10^5$ N/m². La pression atmosphérique diminue avec l'altitude par rapport au niveau de la mer.

L'unité millibar (Millibar) est utilisée pour exprimer la pression atmosphérique sur les cartes météorologiques.

Les lignes tracées sur les cartes pour relier les zones de pression atmosphérique similaire sont appelées isobares.

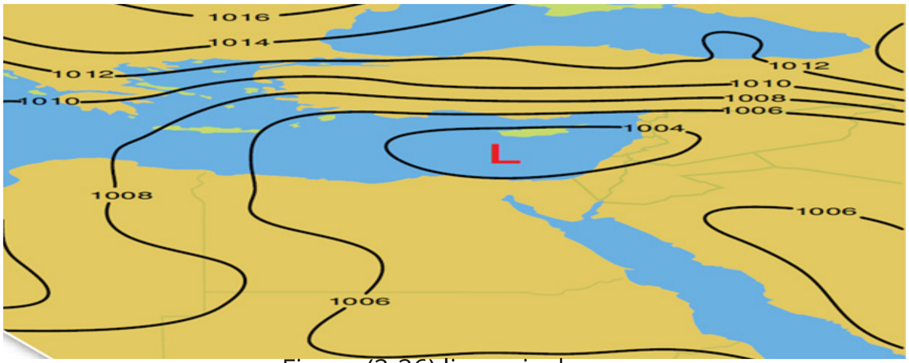


Figure (2-26) lignes isobares

Activité

Le baromètre à mercure est utilisé pour mesurer la pression atmosphérique.

Dans la figure ci-contre, un baromètre à mercure présente une différence de hauteur verticale entre les deux niveaux de mercure de 760 mm

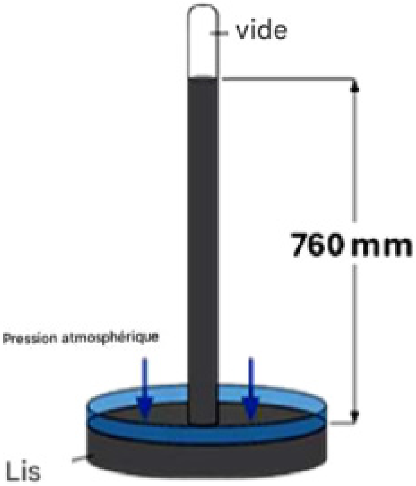


Figure (2) - (27) Baromètre à mercure

Discute avec ton camarade :

- Pourquoi cette hauteur est-elle considérée comme une expression de la pression atmosphérique ?
- Comment peut-on utiliser le baromètre pour déterminer, par exemple, l'altitude d'une montagne ?

La pression atmosphérique et les êtres vivants:

Dans les endroits élevés comme les sommets des montagnes, la pression atmosphérique est basse et la grande différence entre la pression à l'intérieur du corps et la basse pression atmosphérique à l'extérieur peut entraîner des effets indésirables, comme l'éclatement de minuscules capillaires dans le nez chez certains alpinistes.

Composants du sang

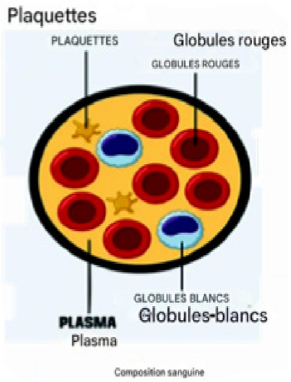


Figure (2) - (28) Composition du sang

Le sang est un tissu conjonctif spécialisé composé d'une substance interstitielle appelée plasma dans laquelle flottent les cellules sanguines. Le plasma est le composant liquide du sang qui contient des protéines, des nutriments, des hormones et des déchets. Les cellules sanguines comprennent les globules rouges, dont le cytoplasme contient l'hémoglobine, un pigment rouge responsable du transport de l'oxygène, et une

petite partie du dioxyde de carbone. Des globules blancs, qui protègent l’organisme des bactéries, virus, champignons et autres substances étrangères. Et des plaquettes, qui participent à la coagulation du sang lors des saignements.

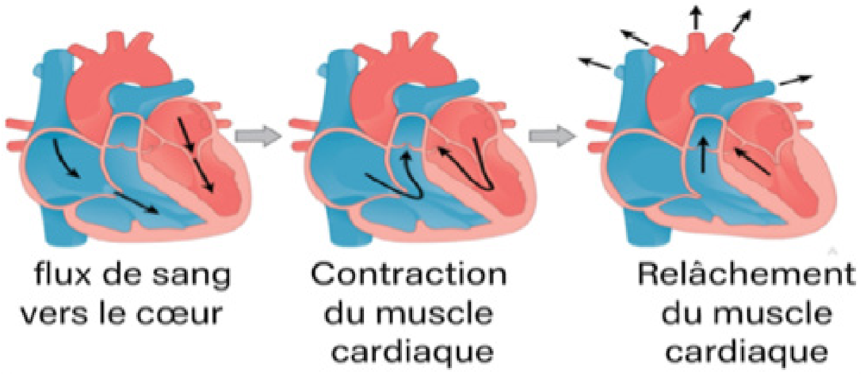


Figure (2-29) – Les mouvements de contraction et de relâchement du cœur

La pression artérielle est la force exercée par le sang, lors de sa circulation, sur l’unité de surface des parois des vaisseaux sanguins.

Elle s’exprime par deux valeurs: la pression systolique (lors de la contraction du cœur) et la pression diastolique (lors du relâchement du cœur).

La pression artérielle normale chez l’adulte en bonne santé est d’environ 120/80 mmHg.

Le maintien de ce niveau est essentiel pour l’apport d’oxygène et de nutriments aux tissus, ainsi que pour la santé cardiovasculaire (cœur et vaisseaux sanguins) globale.

Troisièmement : le vent

La pression atmosphérique influence le temps et le climat. La différence de pression atmosphérique entre deux régions situées sur un même plan horizontal provoque un déplacement de l’air de la zone de haute pression atmosphérique vers la zone de basse pression atmosphérique, ce qui produit des vents. Il existe plusieurs systèmes éoliens à la surface de la Terre, notamment les vents polaires, des vents secs et froids qui soufflent des zones de haute pression atmosphérique autour des pôles Nord et Sud vers les zones de basse pression atmosphérique des régions subpolaires.

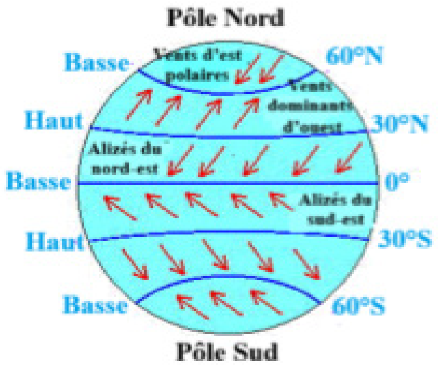


Figure (2-30) – Les systèmes de vents

Vitesse du vent :

La vitesse du vent influence la distribution de la chaleur et de l'humidité dans l'atmosphère. Les vents forts peuvent entraîner des changements importants dans les conditions météorologiques.

Le rôle des tissus végétaux dans la résistance au vent :

Les vents violents affectent les plantes ; ils peuvent provoquer la rupture des tiges ou la déchirure des feuilles si celles-ci ne sont pas soutenues par des tissus solides. C'est pourquoi les plantes possèdent des tissus spécifiques qui diffèrent par leur structure et leurs fonctions, contribuant à différents degrés au soutien des organes végétaux et à la résistance aux effets du vent.

Tissu parenchyme :

Les tissus parenchymes sont constitués de cellules vivantes qui forment la majorité des tissus mous à l'intérieur des différentes parties de la plante, comme les feuilles, la tige et les racines. Ce tissu contient un grand nombre de plastes chlorophylliens et des parois cellulaires fines, principalement composées de cellulose. Les cellules du tissu parenchymateux possèdent également de grandes vacuoles remplies d'eau, d'amidon et de minéraux. Ces cellules remplissent plusieurs fonctions telles que la photosynthèse, le stockage des nutriments et de l'eau, la sécrétion de sève, ainsi que l'aide à la ventilation.

Tissu parenchyme | Tissu collenchyme | Tissu sclérenchyme

Figure (2-31) quelques tissus végétaux **simples**

Tissu collenchyme:

Les tissus collenchymes sont composés de cellules plus allongées que celles du tissu parenchymateux, avec une paroi cellulaire épaisse et irrégulière, constituée de cellulose et de pectine. Le tissu collenchyme fournit une certaine résistance ainsi que de la souplesse et de l'élasticité aux parties en croissance de la plante. Ces cellules se trouvent généralement sous l'épiderme des nervures des feuilles et des tiges, en particulier les petites tiges.

Tissu sclérenchyme :

Les tissus sclérenchymes sont constitués de cellules dures, car leur fonction est de fournir une grande résistance mécanique à la plante grâce à leurs parois cellulaires très épaisses, composées de cellulose et de lignine, qui rendent les cellules imperméables à l'eau. Généralement, les cellules du tissu sclérenchymateux les plus anciennes sont mortes.

Quatrièmement : L'humidité

L'humidité est la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air.

Un taux d'humidité élevé dans les régions tropicales influence la formation des nuages et les précipitations, qui sont alors abondantes et favorisent la croissance des forêts denses.

Le taux d'humidité dans l'air dépend de la température et de la pression atmosphérique ; plus la température de l'air augmente, plus la quantité de vapeur d'eau qu'il peut contenir augmente. Lorsque l'air contient la quantité maximale de vapeur d'eau qu'il peut supporter à une température et une pression donnée, on dit que l'air est saturé en vapeur d'eau.

Figure (2-32) hygromètre

Le taux d'humidité dans l'air est mesuré à l'aide d'un hygromètre (Hygrometer).

L'humidité de l'air est mesurée à l'aide d'un hygromètre.

Effet de l›humidité sur lˈhomme:

L'homme se sent le plus à l'aise lorsque l'humidité relative de l'air varie entre 40 % et 60 %. Dans cette plage, les mécanismes physiologiques du corps, tels que la transpiration et la régulation de la température sanguine, fonctionnent avec une grande efficacité.

L'humidité influence directement le confort et la santé de l'homme, car elle contrôle l'efficacité du corps à éliminer la chaleur excessive par la transpiration, processus au cours duquel l'eau absorbe la chaleur nécessaire à son évaporation depuis le corps.

Figure (2-33) transpiration humaine

Lorsque l'humidité est élevée, le taux d'évaporation de la sueur à la surface de la peau ralentit, ce qui réduit la capacité du corps à se refroidir. Cela entraîne une

sensation de chaleur et une fatigue rapide, et si l’exposition à une forte humidité se prolonge, cela peut provoquer un stress thermique ou même un coup de chaleur.

Dans les climats secs, la sueur s’évapore très rapidement, ce qui entraîne le dessèchement de la peau et la fissuration des lèvres.

Il peut également se produire un dessèchement des muqueuses du nez et de l’appareil respiratoire, ce qui augmente la susceptibilité aux infections respiratoires.

La perte rapide d’eau par l’organisme accroît aussi le risque de déshydratation (Dehydration).

L’osmorégulation

Le corps humain maintient des proportions précises d’eau et de sels en son sein, dans ce qu’on appelle le processus d’osmorégulation.

Ainsi, il conserve la pression sanguine à un niveau normal, assure la continuité des réactions vitales dans les cellules, et prévient la déshydratation qui pourrait entraîner des étourdissements ou une insuffisance rénale dans les cas sévères.

Une variation importante dans le pourcentage d’eau dans le corps peut nuire à l’intégrité des cellules et à leur capacité d’accomplir leurs fonctions vitales.

Par exemple : lorsque l’humidité de l’air est faible, le corps perd de l’eau plus rapidement par la transpiration à travers la peau et par l’expiration via les poumons.

Le corps détecte ce manque d’eau grâce à des récepteurs spécifiques dans le cerveau. Les reins réabsorbent alors l’eau de l’urine afin de maintenir un niveau stable de liquides malgré les conditions de sécheresse.

L’urine devient alors concentrée, contenant une quantité moindre d’eau.

Figure (2-35) environnement tropical humide

Figure (2-34) environnement désèrtique sec

Effet de l'humidité sur les êtres vivants :

Certains processus vitaux chez les êtres vivants sont influencés par le taux d'humidité dans l'air atmosphérique. Ainsi, lorsque l'humidité relative de l'air autour de la plante augmente, le taux de transpiration diminue, ce qui réduit la vitesse de montée de l'eau et des sels minéraux des racines vers les feuilles. Chez les animaux, le taux d'évaporation de la sueur diminue, ce qui réduit l'efficacité de la régulation de la température corporelle.

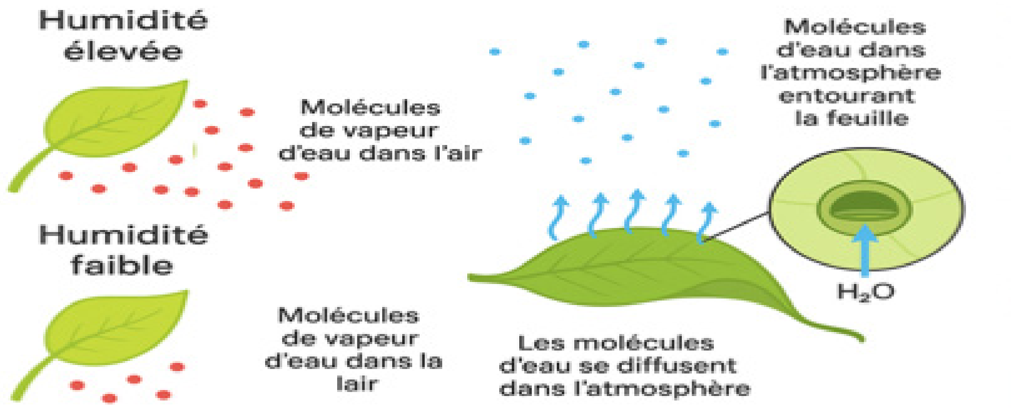


Figure (2-36) – Effet de l'humidité sur la plante

Activité (1)

Mesurer l'effet des facteurs physiques:

- Objectif : Comprendre l'effet des facteurs physiques sur l'atmosphère.
- Outils : thermomètre, baromètre, hygromètre, anémomètre.

Étapes:

1. Mesure la température, la pression, l'humidité et la vitesse du vent dans votre région au cours d'une journée complète.
2. Enregistre les données et analyse comment les changements de ces facteurs affectent la météo locale..

Activité (2)

Analyse des données météorologiques :

Objectif : Analyser les données météorologiques pour comprendre l'influence des facteurs physiques.

Outils : Données météorologiques locales ou mondiales..

Étapes:

1. Choisis deux régions géographiques différentes (comme les régions tropicales et polaires).
2. Compare les données de température, de pression, d'humidité et de vitesse du vent entre les deux régions.
3. Analyse comment ces facteurs affectent le climat dans chaque région..

Activité de recherche!

À l'aide de diverses sources, préparez une présentation avec un groupe de vos camarades sur le changement climatique et son impact sur les écosystèmes locaux et mondiaux. Est-il possible de prédire les changements environnementaux et de s'adapter à leurs effets pour assurer la pérennité de la vie sur Terre ?

Exercices

Premièrement : les questions objectives

➲ Choisis la bonne réponse :

1) Il est utilisé .... pour mesurer la pression atmosphériquee.

a) thermomètre   b) hydromètre

c) baromètre   d) hygromètre

2) Si vous savez que la pression atmosphérique au sommet d'une montagne est égale à 750 mm Hg, alors elle équivaut à 1,013 x 105 N/m² = 76 cm.Hg (en notant que la pression atmosphérique normale est égale à ......

a) 99967.11 N/m²   b) 89967.11 N/m²

c) 101300 N/m²   d) 1013 N/m²

3) Lequel des choix suivants exprime correctement l'effet de la pression atmosphérique sur la quantité d'oxygène ? Disponible pour respirer ?

a) Moins dans les zones de basse pression

b) Plus dans les zones de basse pression

c) Égal dans toutes les zones de pression différente

d) La quantité dans les zones de basse pression est inférieure ou égale à celle dans les zones de haute pression.

4) La température d'un corps est de 283 K, ce qui équivaut à .... sur l'échelle Fahrenheit.

a) 10 °F   b) 30 °F

c) 50 °F   d) 70 °F

5) Le point d'ébullition de l'eau pure est égal à...............

a) 100 K   b) 212 °F

c) 373 °F   d) 373 K

6) La hauteur du mont Sinaï est d'environ 2285 au-dessus du niveau de la mer. Si la température au pied de la montagne est de 32, alors la température à une altitude de 528 au pied de la montagne est égale à ....

a) 16 °C   b) 35 °C

c) 19 °C   d) 29 °C

7) 8 mbar = ...

a) 1000 N/m^2 b) 100 N/m^2

c) 0.01 N/m^2 d) 0.1 N/m^2

8) Laquelle des propositions suivantes représente une forme d'adaptation au gel ?

a) Produire une grande quantité de protéines avant d'entrer en hibernation, comme chez la grenouille des bois.

(b) Produire une grande quantité de graisse avant d'entrer en hibernation, comme chez la grenouille des bois.

(c) Produire de grandes quantités de protéines antigel comme dans le poisson des glaces.

(d) Produire d'une grande quantité de glucose comme antigel, comme dans l'épaisseur de la glace.

Deuxièmement – Questions ouvertes :

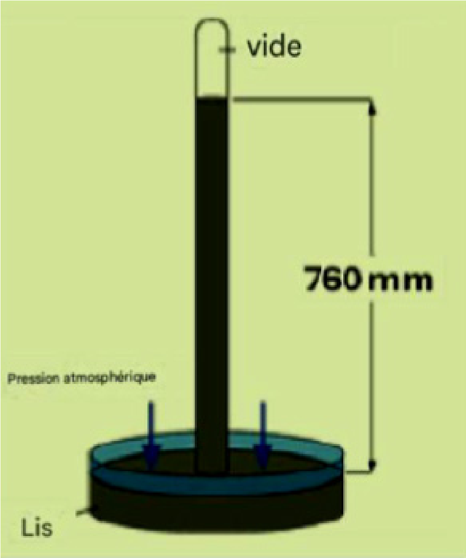
➲ Q1: Explique ce qui suit :

1) L'effet de la pression atmosphérique sur le temps et le climat.

2) Les alpinistes peuvent souffrir de capillaires cassés dans le nez.

3) La nécessité de maintenir une pression artérielle normale chez une personne en bonne santé.

➲ Q2: La figure montre l'un des appareils scientifiques:



Premièrement : quel est le nom de l'appareil ?

Deuxièmement : à quoi ça sert ?

Troisièmement : Qu'exprime la hauteur (760 mm) ?

Est-ce que cela est indiqué sur la figure ? Explique ta réponse.

Q : Si tu sais que la température d'un corps est de 20°C

Quelle est la note équivalente pour chacun des éléments suivants :

Premièrement : la notation absolue

Deuxièmement : l'augmentation progressive de Fahrenheit

2-4: L'atmosphère et le rôle de la science dans sa durabilité

Prépare-toi

Les changements dans l'atmosphère mènent à des modifications climatiques ayant des effets à long terme sur notre vie et notre planète.

Au cours des dernières années, on a observé une augmentation continue des températures mondiales, phénomène connu sous le nom de réchauffement climatique, dont la pollution de l'air est considérée comme la principale cause.

Certains scientifiques soulignent que si la qualité de l'air continue à se détériorer au même rythme, les êtres vivants pourraient , à l'avenir , avoir besoin de vivre dans des environnements clos ou dans des bulles afin de se protéger de la pollution et des radiations.

Comprendre l'atmosphère et la protéger:

Comprendre les composants de l'atmosphère et ses fonctions vitales nous aide à reconnaître l'importance de sa protection.

Les changements dans les proportions des gaz qui la composent réduisent sa capacité à réguler la température, ce qui rend l'atmosphère moins efficace pour maintenir une température adaptée à la vie les êtres vivants, et les protéger des radiations, en diminuant sa capacité à protéger la Terre contre les radiations solaires nocives.

Comprendre ces changements et développer des solutions concrètes est essentiel pour assurer la durabilité de la vie sur notre planète pour les générations futures.

Le réchauffement climatique et le changement climatique:

Le réchauffement climatique est défini comme l'élévation continue de la température de l'air proche de la surface de la Terre. Ce phénomène résulte de la combustion des combustibles fossiles comme le charbon, le pétrole et le gaz qui entraîne des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

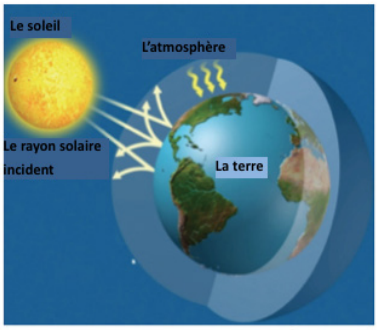


Figure (2-37) le réchauffement climatique

Ces gaz forment une sorte de couche isolante autour de la Terre, entraînant une piégeage de la chaleur dans l'atmosphère et l'élévation de la température. Les gaz à effet de serre responsables du réchauffement climatique incluent: Le dioxyde de carbone (CO_2), Le méthane (CH_4), Le protoxyde d'azote (N_2O), Les composés chlorofluorocarbures (CFC), Et la vapeur d'eau.

L'augmentation du taux de gaz à effet de serre dans l'atmosphère agit selon le même principe qu'une serre en verre.

En effet, l'atmosphère permet le passage des rayons solaires à ondes courtes vers la surface de la Terre que cette dernière absorbe. Ensuite, la surface terrestre réémet ce rayonnement sous forme de rayonnement infrarouge à ondes longues.

Figure (2-38) la serre en verre

Les gaz à effet de serre empêchent en grande partie l'échappement de ce rayonnement vers l'espace, ce qui provoque une augmentation progressive de la température de la surface de la Terre d'année en année.

Les effets négatifs du réchauffement climatique :

1. Fonte des glaces:

Une grande quantité d'eau douce se trouve à l'état solide dans les glaciers et les calottes polaires . Avec l'élévation de la température de la terre, des blocs de glace s'en détachent de manière récurrente, ce qui menace d'inonder les zones côtières et constitue un risque de catastrophe environnementale dont les conséquences incluent :

Figure (2-39)
la fonte des glaces aux pôles

A. Extinction des espèces polaires en raison de la destruction de leur habitat naturel, ce qui entraîne une réduction de la biodiversité et un déséquilibre écologique.

B. Phénomènes climatiques extrêmes, comme les ouragans, les inondations, les sécheresses, etc.

Quelques stratégies pour réduire le réchauffement climatique:

1. L'utilisation des moyens de transport en commun permet de réduire les émissions de gaz d'échappement des voitures. En effet, les véhicules rejettent de grandes quantités de gaz à effet de serre, responsables du réchauffement climatique et de la destruction de la couche d'ozone.

Figure (2-40) le bus à fréquence réduit la pollution de l'environnement

C'est pourquoi, il est recommandé de réduire l'utilisation des voitures individuelles autant que possible

2-L’amélioration de l’efficacité énergétique en utilisant des technologies énergétiques efficaces dans les maisons et les usines, comme : l’usage des lampes LED et des appareils électriques à haute efficacité. Ainsi que l’utilisation des sources d’énergie renouvelables comme : l’énergie solaire, l’énergie éolienne et l’énergie hydraulique. Cela permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Figure(2-41)
les lampes économes

3- L’augmentation des espaces verts (le reboisement) qui joue un rôle important dans l’amélioration de la qualité de l’air. Cela est due à la présence d’une grande quantité de végétation qui favorise le processus de photosynthèse réalisé par les plantes. Ce processus a un rôle essentiel dans l’absorption du dioxyde de carbone qui est considéré comme la cause principale de l’élévation de la température de la Terre. C’est pour cela que le reboisement est l’un des moyens les plus importants pour réduire le réchauffement climatique

Figure(2-42) le reboisement contribue à réduire le réchauffement climatique

La pollution de l’air et son impact sur la durabilité de l’atmosphère

La pollution de l’air est considéré comme étant l’un des plus grands dangers qui menacent l’atmosphère et la santé des êtres vivants.

Parmi les polluants les plus importants, on trouve : le monoxyde de carbone (CO), les oxydes de soufre (SO_2, SO_3), les oxydes d’azote (NO, NO_2).

Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore et inodore, généralement produit par la combustion incomplète des combustibles fossiles (comme l'essence, le charbon et le gaz naturel). Il se caractérise par une molécule capable de pénétrer rapidement des poumons vers le sang, où il entre en compétition avec l'oxygène (O_2) pour se lier aux molécules d'hémoglobine dans les globules rouges.

La force de liaison du monoxyde de carbone avec l'hémoglobine est environ 200 à 250 fois plus élevée que celle de l'oxygène.

Lorsqu'il se lie à l'hémoglobine, il forme un composé appelé carboxyhémoglobine (HbCO), qui est relativement stable et empêche l'oxygène de se lier à l'hémoglobine.

La diminution de la liaison de l'oxygène avec l'hémoglobine entraîne une réduction de l'apport en oxygène aux tissus (appelée hypoxie - Hypoxia), ce qui empêche les cellules d'obtenir suffisamment l'oxygène nécessaire à la respiration cellulaire.

Les cellules commencent alors à compter sur la respiration anaérobie, ce qui entraîne une accumulation d'acide lactique, provoquant la fatigue et la céphalée.

Si la concentration de HbCO (carboxyhémoglobine) augment dans le sang, cela peut provoquer des symptômes graves tels que : les vertiges, la perte de conscience et les les ions cérébrales..

Les oxydes de soufre et les oxydes d'azotes

Les oxydes de soufre (SO_x) dont le plus important est le dioxyde de soufre (SO_2). Il est principalement émis par la combustion du charbon et du pétrole dans les centrales électriques et les usines.

Il est aussi généré par certaines procédures industrielles, comme le raffinage du pétrole et la fusion des métaux.

Les oxydes d'azote (NO_x) qui comprennent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2).

Ces gaz sont produits en grandes quantités lors de la combustion à haute température (comme dans les moteurs des voitures, les centrales électriques et les fours industriels).

Formation des pluies acides:

Dans l'atmosphère, une série de réactions se produisent menant à l'acidification des pluies:

Premièrement : La formation de l'acide sulfurique

Le dioxyde de soufre (SO_2), émis par la combustion des combustibles fossiles contenant du soufre, réagit avec l'oxygène (O_2) pour former le trioxyde de soufre (SO_3). Cette réaction nécessite la présence de facteurs catalyseurs, comme la lumière du soleil.

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$$

Ensuite, le trioxyde de soufre (SO_3) réagit avec les gouttelettes d'eau dans les nuages pour former de l'acide sulfurique (H_2SO_4),

un acide très fort

$$SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)}$$

Deuxièmement : La formation de l'acide nitrique

Les oxydes d'azote (NO_x), qui se forment naturellement par les éclairs ou proviennent des émissions de combustion de carburants à haute température, réagissent avec l'eau (H_2O) pour produire de l'acide nitrique (HNO_3) .

$$2NO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow HNO_{2(aq)} + HNO_{3(aq)}$$

Dans cette réaction, il se forme à la fois de l'acide nitrique et de l'acide nitreux. Mais en général, on peut simplifier cette réaction ainsi:

$$4NO_{2(g)} + O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 4HNO_{3(aq)}$$

Les effets néfastes résultants :

A. Sur la santé humaine

- L'inhalation directe du SO_2 et du NO_2 cause une irritation des voies respiratoires et augmente la probabilité de crises d'asthme, de bronchite chronique et d'inflammations pulmonaires.
- La formation d'ozone troposphérique (O_3) de manière secondaire à partir NO_x et de composés organiques volatils sous l'effet de la lumière solaire. L'ozone troposphérique nuit aux poumons et réduit la capacité respiratoire

B- Sur les plantess

- Dommages directs aux feuilles : Des gaz comme le NO_2 et le SO_2 pénètrent par les stomates et provoquent des réactions d'oxydation dans les feuilles, ce qui entraîne la destruction des tissus foliaires et la déformation des stomates.
- Réduction de la photosynthèse : La dégradation de la chlorophylle et le blocage des stomates réduisent l›absorption du CO_2 et diminue la production de glucose.
- Appauvrissement du sol en nutriments : Les pluies acides lessivent les sels minéraux essentiels (comme le calcium et le magnésium) du sol, ce qui diminue sa fertilité. Ainsi, les plantes perdent des éléments nutritifs essentiels à leur croissance..

C- Sur les bâtiments et l'infrastructure

- La réaction des acides avec le calcaire ($CaCO_3$), provoque une corrosion, menant à la destruction des monuments et des bâtiments historiques..

$$H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O$$

Pourquoi cela menace-t-il la durabilité des systèmes environnementaux et humains ?

Il y a une réduction de la productivité biologique (forêts, zones humides, plantes terrestres), ce qui affecte la sécurité alimentaire et les ressources naturelles ainsi que la perte de la biodiversité en raison de la mortalité des espèces sensibles ou de la perturbation de leur rôle fonctionnel. De même, il réduit la qualité de l'air et de l'eau, et entraîne des coûts sanitaires et économiques pour les sociétés (soins médicaux, restauration des écosystèmes, perte des ressources).

Le rôle de la science et de la technologie dans la protection et la guérison

Les scientifiques ont développé des technologies telles que les dispositifs de purification des gaz (scrubbers), qui sont installés dans les cheminées des usines et des centrales électriques. Ces dispositifs servent à éliminer les oxydes de soufre et d'azote avant qu'ils ne soient émis dans l'atmosphère.

La science s'intéresse également à l'utilisation des sources d'énergie plus propres comme l'énergie solaire, éolienne, hydraulique qui ne produisent pas ces oxydes nocifs.

La surveillance et la prévision

Le rôle de la science ne se limite pas à comprendre les composants de l'atmosphère ou les défis qui la menacent, mais s'étend à la surveillance des changements atmosphériques et climatiques avec une grande précision à l'aide d'outils et de technologies avancés.

Cela aide à proposer des solutions préventives afin de maintenir sa durabilité.

(1) Les satellites et la télédétection

Figure (2-43) les satellites de délédéction

Les satellites remplissent plusieurs missions importantes pour surveiller les composants de l'atmosphère et leurs interactions. Les capteurs embarqués sur les satellites mesurent les concentrations des gaz comme le dioxyde de carbone et le méthane, qui sont responsables du phénomène de réchauffement climatique.

De même, les satellites surveillent continuellement l'état de la couche d'ozone, détecte toute détérioration, et suit son rétablissement au fil du temps. Au surplus, ils nous fournissent des données précieuses sur les mouvements des nuages et les régimes de vent, ce qui aide les climatologues à mieux comprendre les changements climatiques et météorologiques.

(2) Les stations météorologiques

Les stations météorologiques réparties à travers le monde mesurent la température, la pression atmosphérique, l'humidité, la vitesse du vent et la concentration des polluants. Ces mesures permettent de détecter précocement la pollution de l'air ou d'identifier les phénomènes atmosphériques dangereux (comme les tempêtes de sable ou les vagues de chaleur).

Figure (2-43) la station météorologique

- En 1985, la station météorologique située en Antarctique, dépendante du Bureau météorologique britannique, a découvert un grand trou dans la couche d'ozone. Cette découverte n'était pas seulement une information scientifique, mais elle a mené à l'adoption du Protocole de Montréal en 1987 — un accord international visant à réduire l'utilisation des substances destructrices de l'ozone, comme les composés des chlorofluorocarbures (CFCs). Grâce à cela, la couche d'ozone a commencé à se rétablir progressivement, contribuant ainsi à la protection des êtres humains et des organismes vivants.

(3) Les modèles climatiques

Ce sont des programmes informatiques qui reposent sur des équations physiques, chimiques et biologiques décrivant le mouvement de l'atmosphère et ses interactions. Ces modèles permettent de prévoir les effets des activités humaines sur le long terme, par exemple : l'impact de la combustion des combustibles fossiles sur l'accumulation de dioxyde de carbone, ou encore l'effet de la déforestation sur le cycle du carbone et l'équilibre des gaz.

Les données collectées par les satellites et les stations météorologiques sont utilisées pour créer des modèles climatiques complexes. Ces modèles sont des programmes informatiques forts qui simulent le système climatique de la Terre en introduisant des données actuelles et futures (comme les niveaux d'émissions de gaz). Les scientifiques peuvent ainsi prévoir certains changements possibles, tels que:

- L'augmentation des températures :
  Les scientifiques utilisent les modèles climatiques pour prévoir qu'une augmentation continue de la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère entraînera une hausse de la température moyenne de la Terre d'environ 1,5 à 2 °C au cours des prochaines décennies.
- Le changement des régimes de précipitations.
- L'augmentation de la fréquence des phénomènes climatiques extrêmes.

Information supplémentaire

L'Accord de Paris sur le climat de 2015 vise à limiter l'augmentation de la température mondiale et à la réduire à moins de 2 °C, voire en dessous. Les pays ont été incités à développer des sources d'énergie renouvelables (comme l'énergie solaire et éolienne) et à réduire la dépendance aux combustibles fossiles.

(4) L'importance biologique des prévisions

- Dans le domaine de la santé publique :
  Prévoir les niveaux de pollution ou l'augmentation des rayons ultraviolets aide à protéger l'être humain contre les maladies respiratoires ou le cancer de la peau.
- Dans l'agriculture : Prévoir les températures et les pluies permet aux agriculteurs de choisir les périodes appropriées pour les semis et les récoltes.
- Dans les écosystèmes : Prévoir les changements environnementaux aide à protéger les espèces sensibles et à planifier des programmes de protection de l'environnement.

Exemple 1

En 2016, les centres de surveillance météorologique ont prévu une vague de chaleur marine (augmentation importante de la température de l'eau de l'ocean) tout au long de la Grande Barrière de corail en Australie.

Cette hausse de température a entraîné un phénomène de blanchissement des coraux, car les coraux expulsent les algues symbiotiques de leurs tissus. En conséquence, le corail perd sa principale source de nourriture et d'énergie.

Figure(2-44) le blanchissement des coraux

Grâce à cette alerte précoce, le gouvernement et les chercheurs ont pris des mesures telles que : la réduction de la pollution due aux activités côtières et la restriction temporaire de la pêche et du tourisme .Ces mesures n'ont pas complètement empêché les dégâts, mais elles ont réduit l'ampleur des pertes et ont permis à certaines zones coralliennes de se rétablir.

Exemple 2

Pendant les saisons de migration, certains oiseaux suivent des itinéraires de longue distance à travers les continents. Dans l'un des cas, les stations météorologiques ont prévu une tempête violente sur la trajectoire attendue de la migration attendue des groupes d'oiseaux.
Les centres de protection de la vie sauvage ont alors émis des alertes environnementales, ce qui a permis de changer certains itinéraires ou de réduire la chasse pendant cette période. Cette intervention a contribué à protéger un grand nombre d'oiseaux de la mort due à l'épuisement ou aux collisions causées par la tempête

Figure(2-45) la migration des oiseaux

Activités scientifiques variées

Activité (1)

Développer des projets ou des modèles pour des solutions environnementales

Objectif: Appliquer les connaissances scientifiques pour développer des solutions pratiques à des problèmes environnementaux.

Outils: Matériaux écologiques, maquettes miniatures, programmes de conception.

Étapes:

1.Choisis un problème environnemental lié à l'atmosphère (comme la pollution de l'air).

2. Conçois un modèle ou un projet qui contribue à résoudre ce problème.

3. Présente ton modèle dans un rapport scientifique expliquant comment il fonctionne et son impact potentiel.

Activité (2)

Discussion d›études de cas réels

Objectif: Comprendre les applications réelles des techniques visant à réduire la pollution de l'air et le changement climatique..

Outils: Articles scientifiques, rapports environnementaux.

Étapes:

1. Choisis une étude d'un cas portant sur un problème environnemental spécifique.

2. Lis l'étude et identifie les points principaux.

3. En groupe, discute de la manière dont les solutions ont été appliquées dans ce cas, et comment elles pourraient être améliorées..

Activité (3)

Discussion d'études de cas réels

Visite d'une station météorologique ou d'un centre de recherche environnementale pour comprendre comment sont mesurés les changements dans l'atmosphère.

Intégration des sciences (technologie et sciences de l'environnement)

- La technologie : Comment les technologies modernes contribuent-elles à réduire la pollution de l'air et à améliorer la qualité de vie ?
- Sciences de l'environnement : Comment pouvons-nous évaluer l'impact environnemental des activités humaines sur l'atmosphère et proposer des solutions durables ?

Exercices

Premièrement – Questions à choix multipless

➲ Choisis la bonne réponse:

(1) Tous ce qui suit est parmi les gaz à effet de serre qui provoquent le phénomène du réchauffement climatique, sauf :

a) CH_4 b) CFCs c) O_3 d) N_2O

(2) Tous ce qui suit est parmi les conséquences négatives du réchauffement climatique, **sauf** :

a) la fonte des glaces et l'inondation des côtes

b) la diminution de la biodiversité due à l'extinction des espèces polaires

c) les vagues de sécheresse et des tempêtes

d) la diminution de la biodiversité due à l'extinction des espèces désertiques

(3) L'augmentation du taux des gaz à effet de serre dans l'atmosphère empêche le passage des .... ce qui cause le réchauffement climatique.

a) rayons ultraviolets b) rayons infrarouges

c) ondes de la radio d) micro-ondes

(4) Le principal rôle joué par les émissions de combustibles fossiles dans le réchauffement climatique est.............

a) l'augmentation de l'absorption du rayonnement solaire par la surface terrestre

b) la formation d'une couche dans l'atmosphère qui retient la chaleur et l'empêche de s'échapper

c) leur interaction directe avec les calottes polaires, provoquant leur fonte

d) l'augmentation de la quantité d'oxygène dans l'air, ce qui élève sa température.

(5) La surface de la Terre absorbe le rayonnement solaire à courte longueur d'onde, puis le réémet sous forme de.........

a) rayonnement thermique b) rayon visible

c) rayonnement ionisant d) rayon ultraviolet

Deuxièmement : Questions ouvertes::

Commente:

1) L'augmentation du taux des gaz à effet de serre dans l'atmosphère provoque le phénomène du réchauffement climatique.

2) Le réchauffement climatique a des effets négatifs, car il entraîne certains désastres naturels. Explique cela.

Il est interdit de distribuer ce livre en dehors du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Technique